



UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



# Höghastighetståg – modellutveckling

Forskningsrapport

2011-06-23

Analys & Strategi

# Konsulter inom samhällsutveckling

WSP Analys & Strategi är en konsultverksamhet inom samhällsutveckling. Vi arbetar på uppdrag av myndigheter, företag och organisationer för att bidra till ett samhälle anpassat för samtiden såväl som framtiden. Vi förstår de utmaningar som våra uppdragsgivare ställs inför, och bistår med kunskap som hjälper dem hantera det komplexa förhållandet mellan människor, natur och byggd miljö.

Titel: Hög hastighetståg - mellan önskan och beslutsprincip - Forskningsrapport

Redaktör: Lotta Schmidt, Christian Nilsson, ...

WSP Sverige AB

Besöksadress: Arenavägen 7

121 88 Stockholm-Globen

Tel: 08-688 60 00, Fax: 08-688 69 99

Email: [info@wspgroup.se](mailto:info@wspgroup.se)

Org nr: 556057-4880

Stvrelsens säte: Stockholm

# Förord

Detta projekt har utförts av WSP Analys & Strategi med deltagande från KTH. Beställare och finansierare har varit Trafikverket och VINNOVA.

Bakgrunden till projektet är det forskningsuppdrag om höghastighetståg som WSP och KTH genomförde under år 2008. I analyserna som genomfördes framkom att det skulle vara god lönsamhet för en operatör att sköta trafiken, men att det var tveksamt om en satsning på höghastighetståg var samhällsekonomiskt lönsam. I samband med forskningsuppdraget framkom ett antal brister i nuvarande modellsystem för beräkning av effekter på resande.

Syftet med detta projekt har varit att förbättra trafikmodellerna för långväga resor, för att på ett bättre och mer korrekt sätt kunna prognostisera hur många som skulle resa med höghastighetståg om de byggdes i Sverige. På grund av bristande dataunderlag för resor över landsgräns har projektet avgränsats till att enbart omfatta inrikes resor.

Projektarbetet påbörjades under 2009. WSP:s projektgrupp har bestått av Christian Nilsson (uppdragsledare 2009-2010), Lotta Schmidt (uppdragsledare 2010-2011), Staffan Algers (KTH), Willy Andersson, Christer Persson, Camilla Byström, Fredric Almkvist, Sida Jiang och Kia Hultin.

Fredric Almkvist (2009-2010) och Paul Larsson (2010-2011) har varit Trafikverkets ombud och kontaktpersoner. Emma Gretzer har varit VINNOVA:s ombud och kontaktperson.

Stockholm i juni 2011

Fredrik Bergström  
Affärsområdeschef  
WSP Analys & Strategi



# Innehåll

SAMMANFATTNING .....	3
1 BAKGRUND OCH SYFTE .....	7
1.1 Tidigare prognosmodeller och bristanalys.....	7
1.2 Syfte med detta projekt.....	8
1.3 Metod .....	8
2 DATA.....	11
2.1 Stated Choice undersökningen.....	11
2.2 RVU-data från RES05/06 .....	13
3 MODELLSPECIFIKATION.....	17
3.1 Modellstruktur och parameterskattning .....	17
3.2 Analys av funktionsformer.....	20
4 MODELLRESULTAT .....	23
4.1 Stated Choice.....	23
4.2 RP-modeller .....	25
4.3 Implementering.....	27
5 KALIBRERING .....	29
5.1 Kalibreringsmål.....	29
5.2 Metod för kalibrering.....	33
5.3 Kalibreringsresultat.....	34
6 ELASTICITETER FRÅN DEN IMPLEMENTERADE OCH KALIBRERADE MODELLEN.....	37
7 SLUTSATSER.....	39
7.1 Genomfört arbete .....	39
7.2 Genomfört arbete utöver specifikation i ansökan .....	40
8 REKOMMENDATIONER OCH FORTSATT ARBETE.....	41
9 BILAGA: TEKNISK RAPPORT – STATED CHOICE STUDIE .....	43
10 BILAGA: DESKRIPTIV STATISTIK - STATED CHOICE STUDIE .....	47
11 BILAGA: STATED CHOICE DESIGN .....	59
12 BILAGA: MODELLDOKUMENTATION STATED CHOICE (PÅ ENGELSKA).....	63
13 BILAGA: MODELLDOKUMENTATION RP (PÅ ENGELSKA) .....	71



## Sammanfattning

År 2008 genomförde KTH och WSP ett forskningsuppdrag om höghastighetståg. I analyserna som genomfördes framkom att det skulle vara god lönsamhet för en operatör att sköta trafiken, men att det var tveksamt om en satsning på höghastighetståg var samhällsekonomiskt lönsam. I samband med det forskningsuppdraget framkom även ett antal brister i nuvarande modellsystem.

Syftet med detta projekt har varit att förbättra trafikmodellerna för långväga resor, för att på ett bättre och mer korrekt sätt kunna prognostisera hur många som skulle resa med höghastighetståg om de byggdes i Sverige. På grund av bristande dataunderlag för resor över landsgräns har projektet har avgränsats till att enbart omfatta inrikes resor.

De nuvarande modellerna i Samperssystemet utgörs av s.k. nästade logitmodeller för resgenerering, färd-sätts- och destinationsval. De omfattar färd-sätten bil, buss, tåg och flyg. Alla färd-sättsalternativ ligger på samma nivå i modellen, vilket innebär att det inte antas finnas någon delmängd av färd-sätten som av resenärerna uppfattas som mer likartade när det gäller förhållanden som inte ingår i modellen.

För att kunna bestämma hur ett höghastighetståg ska ingå i modellstrukturen behöver man undersöka om höghastighetståg skulle upplevas som mer eller mindre likt något nuvarande färd-sätt (t.ex. konventionella tåg eller flyg).. Eftersom höghastighetståg ännu inte införts i Sverige kan detta bara undersökas genom hypotetiska undersökningar (s.k. Stated Choice studier), där man frågar ett urval resenärer hur de skulle välja i olika hypotetiska valsituationer med hänsyn till restider och reskostnader.

En Stated Choice undersökning genomfördes därför med ett urval resenärer på sträckorna Stockholm – Göteborg och Stockholm – Malmö. Resultaten visar att det inte finns skäl att anta att höghastighetståg skulle upplevas som mer likt flyg eller konventionella tåg när det gäller variabler som inte ingår i modellen, vilket innebär att man kan ansätta en modell med alla färd-sätt på samma nivå i den nästade logitmodellen. Resultaten visade också att det inte finns skäl för att ge höghastighetståg något värde utöver den förkortade restiden (interiör och förseningsrisk förutsattes identiska i studien). Ett ytterligare resultat är att restidsvärdena på tåg och flyg skiljer sig kraftigt åt (även inom olika resärenden), vilket innebär att skillnader i tidsvärden särskilt måste beaktas i den nya prognosmodellen.

Många studier har visat att linjära nyttofunktioner (som nuvarande Sampersmodeller med undantag av turintervall baseras på) är en stark restriktion på beskrivningen av faktiskt resbeteende. Den innebär att exempelvis en halvtimmars restidsförkortning upplevs lika mycket värd på en sextimmars resa som på en tvåtimmars resa. En annan viktig del av modellutvecklingen har därför bestått i att undersöka i vilken utsträckning icke linjära nyttofunktioner kan förbättra beskrivningen av resbeteendet och därmed förbättra prognoserna. Baserat på data från RES05/06 har nya modeller skattats, där icke linjära funktionsformer testats förutom för turintervall även för restider med bil och kollektiva färd-sätt samt för reskostnader. I de flesta fall har resultatet blivit att de icke linjära specifikationerna har givit en påtaglig förbättring av beskrivningen av faktiskt beteende.

Stated Choice studien visade att tidsvärdet betydde mycket för val av färd-sätt. Den visade också att inkomst var en viktig orsak till skillnader i tidsvärden. De nya modellerna har därför segmenteras med hänsyn till hur inkomsten påverkar kostnads känsligheten. Modellen har dessutom på ett mer långtgående sätt än i

nuvarande Sampersmodeller segmenterats på resärende. Förutom den tidigare uppdelningen i privat- och tjänsteresor har nu även privatresorna delats upp i resor till och från arbetet samt övriga privatresor, bl.a. för att möjliggöra studier av i vilken utsträckning snabbare förbindelser på längre sträckor påverkar arbetspendlingen. Privatresorna har dessutom i större utsträckning än tidigare segmenterats på resans varaktighet, vilken bl.a. påverkar tidsvärdet.

De skattade modellerna har implementerats i en programvara som gör det möjligt att göra prognoser för olika scenarier. Modellerna har där kalibrerats mot information om resandet för respektive färdstätt på en mer aggregerad nivå (resande mellan län). Kalibreringsmålet för bilresor har utgjorts av en bearbetning av mätdagens bilresande i RES05/06. Detta är en skillnad från nuvarande modell som baseras på informationen om långväga resande i tidigare resvaneundersökningar, vilket innebär en underskattning av bilresor under 40 mil. Kalibreringsmålet för tågresor har utgjorts av en matris baserad på biljettförsäljning från SJ. Samma typ av information användes vid kalibreringen av nuvarande modell, men då på en mer aggregerad nivå. Kalibreringsmålet för flygresorna utgjordes av nuvarande matris för Sampers basår 2001. Kalibreringsmålet för bussresor utgjordes av information från de långväga resorna i RES05/06.

Resultaten av det genomförda arbetet är en ny modell med delvis andra egenskaper än tidigare. Dessa kommer till uttryck i nya elasticiteter. I nedanstående tabell redovisas egen- och korselasticiteter med avseende på tågrestid i nuvarande sampersversion samt i den nya modellen.

*Egen- och korselasticiteter med avseende på tågrestid efter implementering*

Sampers 2.1				
Ärende	Bil	Buss	Flyg	Tåg
Tjänste	0,13	0,17	0,14	-1,17
Privat/Arbete	0,06	0,10	0,13	-0,60
Totalt	0,07	0,11	0,13	-0,73

Ny modell - efter implementering				
Ärende	Bil	Buss	Flyg	Tåg
Tjänste	0,34	0,36	0,35	-2,22
Arbete	0,23	0,26	0,23	-1,21
Privat	0,05	0,08	0,09	-0,46
Totalt	0,11	0,09	0,21	-0,95

Nedanstående listas de viktigaste skillnaderna mellan Sampers modell för långväga resor och den modell som tagits fram i detta projekt.

- Utformningen av de nya modellerna grundas på en Stated Choice-undersökning omfattande val mellan höghastighetståg, konventionellt tåg samt flyg..
- Det datamaterial som Sampers skattades på var behäftat med stora brister avseende målpunktskodningen. Dessa brister har minskat i den senaste resvaneundersökningen RES05/06 som detta projekt baseras på, och de brister som kvarstår har kunnat hanteras på ett mer utvecklat sätt genom att tillämpa två destinationsnivåer.
- Segmenteringen har ökat. Den nya modellen är segmenterad med avseende på tjänste-, arbets- och privatresor. Privatresor är segmenterade ef-



ter varaktighet på destinationsorten. Olika efterfrågefunktioner har skattats för samtliga segment.

- Det har genomförts flera tester med att lätta på de restriktiva antaganden om linjär funktionsform. Flera variabler har nu icke-linjära funktionsformer.
- Kalibreringsmålen har gått igenom, och RVU-materialet har justerats med avseende på bortfall. Det har genomförts en bearbetning av RVU för förbättrad bilbeskrivning, och det har det samlats in data om tågresande från SJ.
- Modellens egen- och korselasticitete har ökat.
- Det har tagits fram en ny metod för att fördela resenärer mellan höghastighetståg och övriga tåg i EMME/2.



# 1 Bakgrund och syfte

WSP har i ett Vinnova-finansierat forskningsprojekt<sup>1</sup> utvärderat bl.a. de affärs- och samhällsekonomiska nyttorna med höghastighetståg. I projektet framkom att det vore god lönsamhet för en operatör att köra höghastighetståg, men att det är tveksamt om investeringar i höghastighetsbanor kan motiveras samhällsekonomiskt. Under arbetet upptäcktes vissa modelltekniska brister, och det noterades även ett antal nyttoposter som normalt inte beaktas i en samhällsekonomisk kalkyl.

## 1.1 Tidigare prognosmodeller och bristanalys

Den första versionen av prognosmodellen Sampers utvecklades 1998-99 och baserades på data från resvaneundersökningen Riks-RVU 1994-97. Modellerna för långväga resor omfattade då två tågfärdsätt (IC-tåg och X2000) samt bil, buss och flyg. Sedan dess har Samperssystemet genomgått uppdateringar av olika slag. Vid ett tillfälle uppdaterades även själva prognosmodellerna. I samband med detta togs uppdelningen på två tågfärdsätt bort med argumentet att X2000 trafikerade den större delen av linjenätet.

I olika dokument från användare av Samperssystemet anges brister av olika slag<sup>2 3</sup>. När det gäller användningen av systemet för att bedöma efterfrågan på höghastighetståg gäller bristerna främst att höghastighetståg delvis kan betraktas som ett eget färdssätt (ungefär som fallet var med X2000 de första åren efter introduktionen), att Samperssystemet fortfarande anses implicera låga korselasticiteter med avseende på övriga färdssätt samt att utbudsdata för tidtabellsbundna färdssätt genereras med en analysmetod som främst är avsedd för relativt tät trafik.

När det gäller prognoser för höghastighetståg kan state-of-art sägas bestå av diskreta valmodeller baserade på såväl faktiska val som hypotetiska val. Detta har bl.a. prövats i Spanien<sup>4</sup>. På detta sätt kan styrkan i de olika datakällorna kombineras. Förutom att göra modellskattningen simultant kan man också utnyttja information från hypotetiska data till att lägga på restriktioner i modeller baserade på faktiska val (t.ex i form av tidsvärden), eller att dra slutsatser om modellstrukturen när färdssättsalternativ som inte ingår i de faktiska valen ska hanteras.

För modellspecifikationer har de senaste årens utveckling av möjligheter att lätta på den konventionella nästade logitmodellens restriktiva antaganden inte kommit att användas vid praktiska tillämpningar. Tester av olika slag har dock genomförts<sup>5 6</sup>. Beträffande funktionsformen har möjligheterna att skatta icke-

---

<sup>1</sup> WSP och KTH (2008) Höghastighetståg – affärsräkningar och samhällsnytta.

<sup>2</sup> Nelldahl, B-L, 2008 Höghastighetsbanor i Sverige – Götalandsbanan och Europabanan, KTH Järnvägsgrupp 2008

<sup>3</sup> Banverket, 2008 Sammanställning av kalkyl- och modellproblem i samband med prognoser och samhällsekonomiska kalkyler för järnvägsinvesteringar, PM 2008-04-21

<sup>4</sup> Román, C, Espino, R, and Martín, J.C, 2007 Competition of high-speed train with air transport: The case of Madrid-Barcelona Journal of Air Transport Management, Volume 13, Issue 5, September 2007, Pages 277-284

<sup>5</sup> Bierlaire, M, Axhausen, K, Abay, G, 2001 The acceptance of modal innovation: The case of Swissmetro, Conference paper Swiss Transport Research Conference 2001

lineariteter samtidigt med de vanliga modellparametrarna i nyttofunktionerna kommit att tillämpas i viss utsträckning, exempelvis i Tyskland<sup>7</sup>.

Modellens elasticiteter beror i hög grad av hur flexibel nästningen tillåts vara, dvs. hur flexibel korrelationsstrukturen mellan slumptermerna i nyttofunktionerna i de olika alternativen är. F.n. ligger alla färdsätt på samma nästningsnivå, och att detta inte är optimalt har bl.a. visats i en doktorsavhandling vid KTH<sup>8</sup>. En annan påverkande faktor är nyttofunktionernas funktionsform, som nu är linjär i åktid och reskostnad. I samma doktorsavhandling samt i tester i samband med modelluppdateringen av Sampers<sup>9</sup> har visats att icke-linjära funktionsformer ger en betydligt bättre anpassning till datamaterialet. Möjligheten att samtidigt med de vanliga modellparametrarna, dvs. de som bestämmer känsligheten för olika variabler som restid, reskostnad etc., också skatta icke-lineariteten i form av transformationsparametrar (s.k. Box-Cox transformationer) har tillämpats bl.a. i tyska modeller<sup>10</sup> och prövats även i detta uppdrag.

En ytterligare problemfaktor är att det datamaterial som Sampers-modellerna ursprungligen skattades på var behäftat med stora brister avseende målpunktskodningen.

## 1.2 Syfte med detta projekt

Modellutvecklingen syftar till att ge en bättre beskrivning av vad som händer om HÖGHASTIGHETSTÅG introduceras på den svenska inrikesmarknaden.

## 1.3 Metod

HHT kan upplevas som mer eller mindre likt nuvarande (kommande) tåg, och att restidsförändringar kan uppfattas som olika mycket värda beroende på hur lång restiden är.

Eftersom det inte finns några höghastighetståg idag, kan det första förhållandet bara undersökas genom s.k. Stated Choice studier där man frågar ett urval resenärer hur de skulle välja i olika hypotetiska valsituationer med hänsyn till restider och reskostnader. Det andra förhållandet kan man undersöka genom att pröva om icke-linjära nyttofunktioner ger en bättre förklaring av det observerade resbeteendet än de konventionella linjära nyttofunktionerna.

När det gäller brister avseende prognosmodellernas egenskaper har det krävts om- eller nyskattning av modellerna. Den använda modellansatsen har utgjorts av s.k. nästade logitmodeller.

---

<sup>6</sup> Beser Hugosson, M (2003) Issues in Estimation and Application of Long Distance Travel Demand Models, Doktorsavhandling KTH

<sup>7</sup> Mandel, B, Gaudry, M and Rothengatter, W 1997 A disaggregate Box-Cox Logit mode choice model of intercity passenger travel in Germany and its implications for high-speed rail demand forecasts, The Annals of Regional Science Volume 31, Number 2 / May, 1997

<sup>8</sup> Beser Hugosson, M (2003) Issues in Estimation and Application of Long Distance Travel Demand Models, Doktorsavhandling KTH

<sup>9</sup> Transek 2004 Utveckling av Sampers 2.1, Del 1 Estimeringen inkl tilläggstester Transek Rapport 2004:1

<sup>10</sup> Mandel, B, Gaudry, M and Rothengatter, W 1997 A disaggregate Box-Cox Logit mode choice model of intercity passenger travel in Germany and its implications for high-speed rail demand forecasts, The Annals of Regional Science Volume 31, Number 2 / May, 1997

I de tidigare resvanedundersökningarna har målpunktskodningen varit bristfällig. Dessa brister har succesivt åtgärdats, och i detta projekt har RES05/06 utnyttjas för modellskattningen.

Efter att ha tagit fram optimala modeller krävs implementering av dessa i en mjukvara så att nuläge och olika trafikeringsscenarier kan beräknas. Detta innefattar också en kalibrering så att modellen i utgångsläget ger en bild som så nära som möjligt överensstämmer med den bästa bild man kan få genom olika datakällor.

Modellutvecklingen har således innefattat följande delmoment:

- Uppläggning, genomförande och analys av Stated Choice undersökning
- Bearbetning av data från RVU 05/06, på matchning av attraktionsdata, generering av alternativmängd och skattning av valmodeller för färdmedel, destination och resfrekvens
- Implementering av modeller i mjukvara
- Framtagning av kalibreringsmålsättningar och kalibrering av modellsystemet
- Utvärdering av modellsystemet i form av elasticitetsberäkningar



## 2 Data

### 2.1 Stated Choice undersökningen

I detta kapitel beskrivs genomförandet generellt och övergripande resultat. Mer detaljerad information om undersökningens design finns i bilaga.

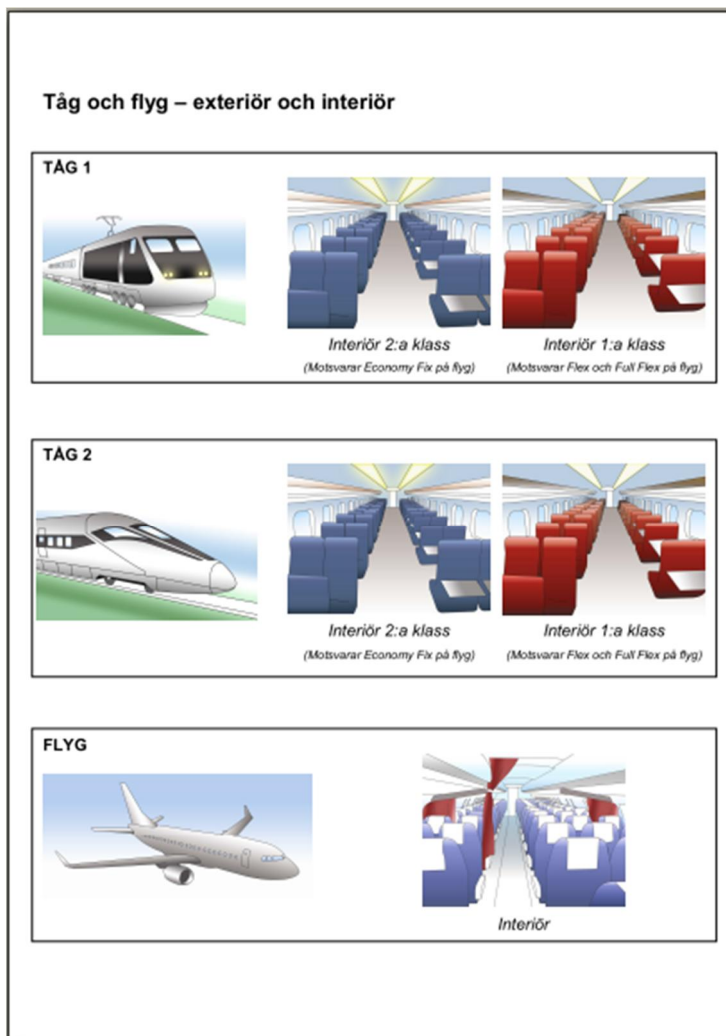
#### Syfte

Syftet med Stated Choice-undersökningen var att undersöka hur kortare restider på tåg värderas av nuvarande tåg- och flygresenärer, samt om det finns någon särskild image förknippad med ett höghastighetstågsalternativ jämfört med ett konventionellt tåg med motsvarande prestanda.

#### Upplägg

För att undersöka hur resenärerna skulle reagera på ett HHT genomfördes en s.k. Stated Choice undersökning. I undersökningen presenterades olika resalternativ för ett urval resenärer med tåg och flyg. Resalternativen bestod av två olika tågalternativ samt ett flygalternativ.

*Illustrationer av olika färdmöjligheter.*



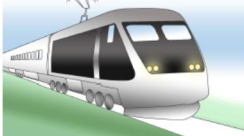
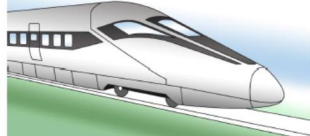
Alternativen beskrevs genom restid och pris, men också genom en illustration. Tågalternativen illustrerades genom två olika bilder – en som skulle kunna ge associationer till ett tåg med kapacitet för hög hastighet, och en som skulle kunna associeras till mer konventionella tåg. Enkäten innehöll även bilder på inredningen i de båda tågalternativen, vilka avsiktligt var snarlika. Fig 3.1 visar (i förminskad skala) dessa illustrationer.

Priser och tider varierades på ett sådant sätt att det inte förekommer någon samvariation mellan illustration och egenskaper i form av tid och pris. Syftet med detta var att undersöka om det finns någon egenskap utöver tid och pris som resenärerna skulle kunna förknippa med ett HHT. Förseningsriskerna förutsattes explicit vara lika för alla alternativ (även flyg).

Flygresenärernas valfrågor bestod av val mellan flyg och omväxlande något av tågalternativen. Tågresenärerna fick först en omgång valfrågor som enbart avsåg de två tågalternativen, och därefter en omgång valfrågor som avsåg flygalternativet och ett av tågalternativen. (olika resenärer fick olika tågalternativ). Fig 3.2 visar ett exempel på valfråga avseende tågalternativen. Kostnadsförändringen utgår från det biljettpris som resenären faktiskt betalat.

### Exempel på valfråga

#### 26. Vilket alternativ väljer du?

Tågtyp:	Alternativ 1	Alternativ 2
		
Biljettpris:	50 kr mer än idag med tåg	300 kr mer än idag med tåg
Restid:	2 timmar 25 minuter	1 timmar 55 minuter
Jag väljer:	<input type="checkbox"/> alternativ 1	<input type="checkbox"/> alternativ 2
	<input type="checkbox"/> bil <input type="checkbox"/> annat/reser ej	

Förutom tåg och flyg används också bil och i viss mån buss som färd sätt för långväga resor. För att täcka in allt resande hade man behövt genomföra en Stated Choice undersökning som omfattar även dessa färd sätt. Detta var dock inte möjligt av kostnadsskäl. En ytterligare begränsning var att enbart ta med tågförbindelser mellan Stockholm och Göteborg och Stockholm och Malmö samt till flygförbindelser mellan Arlanda/Bromma och Landvetter samt Arlanda/Bromma och Sturup.

### Genomförande

Ett stort antal pilotundersökningar genomfördes för att säkerställa designen av Stated Choice-frågorna. Huvudundersökningen genomfördes under våren 2010.

Projektet datainsamlingsfas genomfördes vintern 2009/2010. Under datainsamlingen uppstod en hel del oförutsedda händelser vad gäller vinterväder och askmoln. Den första huvudundersökningen fick avbrytas pga problem i tågtrafiken, som ett resultat av det besvärliga vintervädret. Detta påverkade även flygresenärerna då tågresenärerna blev hänvisade till att ta flyget i de fall man behövde genomföra sin resa. När ett nytt försök gjordes för att starta om huvudundersökningen inträffade så problemen med askmoln från vulkanen på Island. Detta lamslog flygtrafiken och intervjuerna fick ännu en gång avbrytas.



När undersökningen till slut var genomförd hade c:a 1000 flygresenärer och c:a 700 tågresenärer svarat på enkäterna under normala reseförhållanden för tåg och flyg.

## Medverkande intervjupersoner och deras enkätsvar

Under ”10 Bilaga: Deskriptiv statistik - Stated Choice studie” återfinns en tabellsammanställning av de medverkande och deras svar på enkätfrågorna.

## 2.2 RVU-data från RES05/06

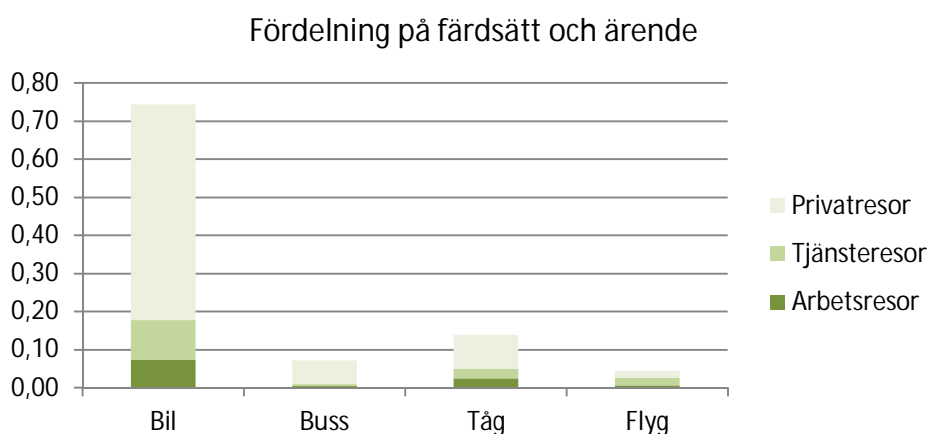
### Syfte

Det är inte möjligt att enbart med Stated Choice-undersökningen göra prognoser för efterfrågan på tågresor under olika förhållanden. För detta krävs en prognosmodell som innehåller en bredare beskrivning av resbeteendet och som grundar sig på ett fullständigare dataunderlag. För att utveckla en sådan prognosmodell, omfattande val av färdstätt, destination och resfrekvens, krävs ett datamaterial som beskriver dessa olika val och data om förutsättningar avseende trafiksystem och målpunkter.

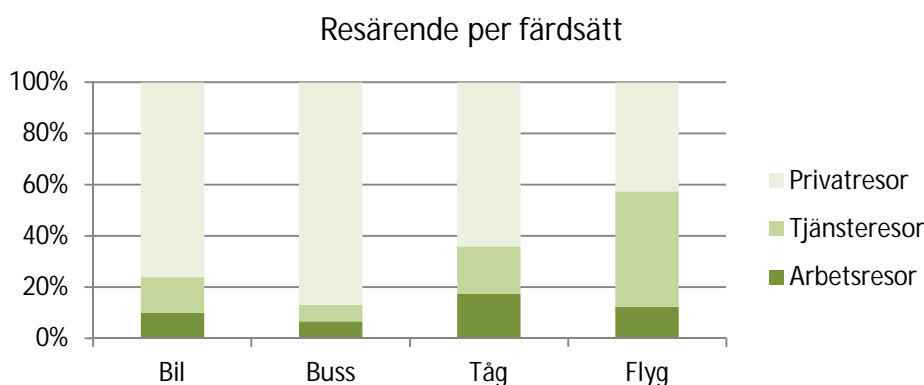
### Valdata

Av naturliga skäl eftersträvas att prognosmodeller så långt möjligt bygger på observerat beteende. Den senaste tillgängliga resvaneundersökningen med långväga resor är RES05/06, som vi därför valt att använda för de nya prognosmodellerna. Undersökningen representerar resandet över ett helt år, och omfattar drygt 27 000 individer. Dessa har genererat drygt 18 000 tur- och returesor med bil, tåg flyg och buss. Fördelningen av resandet på ärende och färdstätt illustreras av fig 3.3.

*Fördelning på färdstätt och ärende i RES 05/06*



Som framgår av bilden domineras det långväga resandet av bilresorna. Andelen privatresor är störst på alla färdstätt utom flyg (fig 3.3)



Den information som behövs för de gjorda valen är dels huruvida en resa över huvud taget gjorts, dels med vilket färdstätt och till vilken målpunkt. RVU-data innehåller information om det färdstätt som använts för den längsta delen av resan, samt valt IC-område (den områdesindelning som används för långväga resor i Sampers). För att minska problemet med glömda resor frågas efter alla resor över 10 mil den senaste månaden, och alla resor över 30 mil för ytterligare en månad.

### Bortfallsproblem

I tidigare nationella resvaneundersökningar har bortfallet av målpunktskod varit ett stort problem. Dessvärre visade det sig att bortfallet av IC-kod var så stort som c:a 25 procent även i RES05/06. Däremot hade i stort sett alla målpunktskodats till kommunnivå, vilket ger möjlighet att utnyttja information även när IC-koden saknas (se nedan).

### Trafiksystemdata

Med trafiksystemdata avses restidskomponenter och reskostnader för de olika färdstättarna. I detta projekt har de data som använts för att beskriva år 2006 i arbetet med åtgärdsplaneringen utnyttjats. Det innebär att åktider, anslutningstider, turintervall, och omstigningar är resultat av nätutläggning i Emme2, medan reskostnaderna för de kollektiva färdstättarna tagits från kostnadsmatriser som skattats separat av Väg- och Banverken (nu Trafikverket).

### Målpunktsdata

För att kunna modellera resmönstret behövs också en beskrivning av målpunkterna. I detta projekt har data från Sampers SAMS-databas utnyttjats. Det gäller befolkning fördelad på sysselsättning, kön och ålder samt inkomst, data avseende antal anställda i olika näringsgrenar för dagbefolkning, ett ytmått för fritidshusbebyggelse samt information om förekomst av attraktioner för fritidsaktiviteter såsom skidanläggningar etc.

### Alternativgenerering

I en modell som ska hantera val av färdstätt, destination och resfrekvens blir antalet alternativ så pass många att skattningsarbetet blir mycket resurskrävande. C:a 700 destinationer multiplicerade med 4 färdstätt blir c:a 2800 alternativ. För att minska beräkningsbördan gjordes en s.k. alternativsampling, vilket innebär

att ett mindre urval av alternativmängden används. För varje observation (resa) drogs först ett slumpmässigt urval av 20 kommuner (inklusive den valda kommunen). Därefter drogs ett urval av två IC-områden från varje kommun (inklusive det valda området). På det sättet erhöles 40 målpunktsalternativ (ibland något färre eftersom vissa kommuner endast innehåller ett IC-område). Tillsammans med 4 färsätt blir det 160 alternativ, vilket är hanterligt från beräknings-synpunkt.

När mängden färsätts- och destinationsalternativ väl bestämts genomfördes en matchning av trafiksystem- och målpunktsdata. Därefter kan själva modellskattningen ske.

När det gäller resfrekvensvalet krävs information om hur många resor som gjorts av respektive individ. Vidare krävs information om socioekonomiska variabler samt om den tillgänglighet som transportsystemet ger till de olika målpunkterna. De senare tas fram ur de skattade modellerna för färsätts- och destinationsval (den s.k. logsumman ger ett värde på hur den förväntade nyttan av att göra en resa beror av bostadsort), medan de förra finns i RVU.



## 3 Modellspecifikation

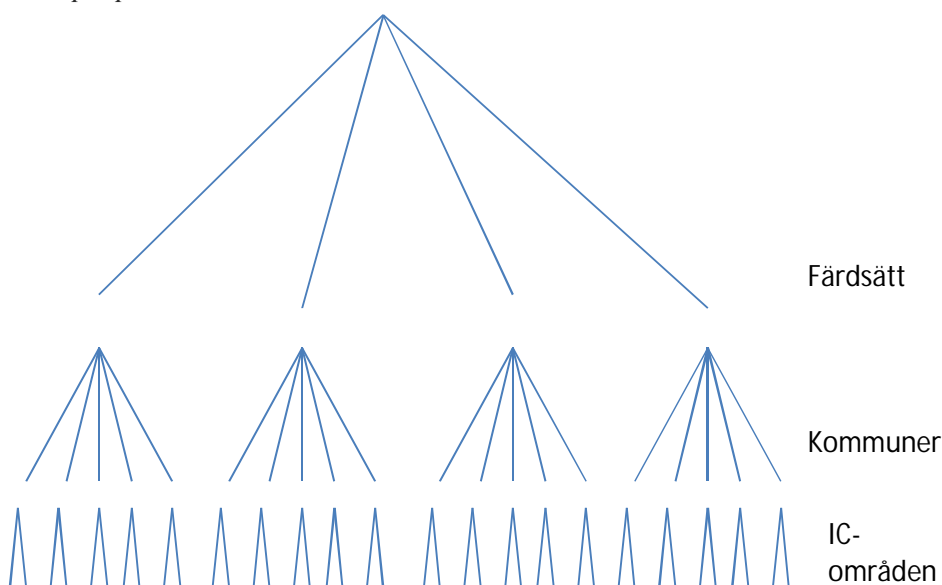
### 3.1 Modellstruktur och parameterskattning

När data väl föreligger behöver parametrarna (vikterna) i nyttofunktionerna för de olika alternativen skattas på samma sätt som när det gäller Stated Choice data. Eftersom det handlar om faktiskt beteende måste man ta hänsyn till betydligt fler variabler än i en Stated Choice analys, där man har kontroll över vilka variabler som skiljer sig mellan alternativen. Skattningen blir därmed mer komplex. Att analysen omfattar fler valdimensioner än färdsväl gör också analysen ännu mer komplex.

#### Modellstruktur

För att kunna skatta en modell krävs att man först ansätter en modellstruktur. Logitmodellen förutsätter att slump termen i nyttofunktionen (som avser den del av nyttofunktionen vi inte känner) är oberoende och lika fördelad för de olika alternativen. Detta antagande är ofta inte uppfyllt för modeller med flera valdimensioner (som färdsväl och destination). Man bör då gruppera de mer likartade alternativen i olika grupper (nästen). Det är denna gruppering som avses med ordet modellstruktur. Det är exempelvis troligt att närliggande destinationer är mer lika varandra när det gäller icke observerad nytta än områden i olika kommuner. Då bör man gruppera dessa i egna nästen. Det kan också vara så att resor med samma färdsväl är mer lika än resor med andra färdsväl oavsett destination. Då bör färdsvälen utgöra ett eget näste. I figur 2.1 ses ett exempel på en sådan struktur. På den övre nivån finns de olika färdsvälalternativen, på den mellanliggande nivån olika kommuner i nästen under respektive färdsväl och på den nedre nivån olika IC-områden i nästen under respektive kommun. Strukturen påverkar korselasticiteterna för restid och reskostnad så att de är högre på den undre nivån än på den övre.

*Exempel på modellstruktur med två destinationsnivåer*



Modellstrukturens utseende är en empirisk fråga som kan lösas genom att testa olika strukturer. Ett krav är att den s.k. logsumparametern som kopplar samma de olika nivåerna är större än noll men högst lika med ett. I de nuvarande Sampersmodellerna för långväga resor ligger valet av destination underst för privatresorna, medan färdmedelsvalet ligger underst i tjänsteresmodellen.

Problemet med bortfallet på IC-områdesnivå när det gäller målpunktskod hanteras genom att explicit föra in två destinationsvalsnivåer – en på IC-nivå, och en på kommunnivå. Därmed kan de observationer som har bortfall på IC-nivå utnyttjas på kommunnivå. Denna struktur skulle egentligen vara relevant även om alla observationer vore kodade på IC-nivå, eftersom den hanterar korrelation mellan icke observerad nytta för närliggande områden.

## Segmentering

Resbeteendet i form av hur man väljer färd sätt, destination och att resa över huvudtaget kan skilja sig åt mellan olika människor. Till en del kan vi härleda skillnaderna till olika förutsättningar som inkomst, bostadsort etc., eller till särskilda förutsättningar för resan som ändamål och varaktighet. Därutöver finns det fortfarande olikheter som inte är betingade av observerbara faktorer, utan som mest handlar om tycke och smak. Den första typen av skillnader kan vi hantera genom att koppla känsligheten för restider och reskostnader och andra faktorer till olika grupper av resenärer (t.ex. olika restidskänslighet för olika resändamål). Den senare typen av skillnader kan hanteras genom att skatta fördelningar av parametrarna i stället för ett medelvärde (t.ex. en normalfördelning av restidskänsligheten).

Om vi tror att alla valpåverkande faktorer påverkas av en viss förutsättning kan vi välja att skatta en separat modell för denna grupp (t.ex. tjänsteresenärer). Om vi tror att endast vissa faktorer påverkas kan vi välja att göra en partiell segmentering, så att just denna variabel påverkas av den aktuella faktorn (t.ex. olika känslighet för reskostnad för olika inkomstgrupper). Tidigare modeller tillämpade båda typer, dels med avseende på ärende (separata modeller för tjänste- och privatresor) och på resans varaktighet (separat modell för resor upp till 5 dagars bortovaro respektive 6 och flera dagars bortovaro), dels med avseende på restidskänslighet (partiell segmentering på varaktighet för restidskänslighet i privatmodellen för upp till 5 dagars bortovaro samt inkomstbetingad kostnads-känslighet i modellen för tjänsteresor).

En fråga i samband med diskussionen av HHT har varit möjligheten till arbetspendling på längre avstånd (dvs över 10 mil). Detta har varit ett skäl att undersöka möjligheterna att skatta en separat modell för arbetsresor i stället för att som i nuvarande modell inkludera dessa i privatresemodellen. Att skatta en separat modell för tjänsteresor är självklart med tanke på tidigare analyser. Att göra ytterligare segmentering av arbets- och privatresor är knappast rimligt med tanke på antalet observationer för dessa grupper. Däremot kan man tänka sig ytterligare segmentering av den stora gruppen privatresor jämfört med tidigare modeller. I tabell 2.1 visas några centrala parametervärden vid en segmentering av privatresorna på 4 olika grupper med avseende på varaktigheten av uppehållet på målpunkten. Den första gruppen utgörs av dem som ankommer och avreser från målpunkten samma dag, Nästa grupp utgörs av dem som stannar på målpunkten 1-2 dagar, den tredje gruppen av dem som stannar 3-5 dagar och den fjärde gruppen slutligen utgörs av dem som stannar borta 6 dagar eller längre.

Centrala parametervärden för färd-sätt- och destinationsval för privatresor vid olika uppehållstider på målpunkten (Table 1 i Bilaga 12)

Name	0 days	1_2 days	3_5 days	6 days
Observations	4320	3917	2392	1897
Rho <sup>2</sup> (0)	0,539	0,442	0,321	0,353
AccEgrA	-0,026	-0,029	-0,026	-0,015
AccEgrBT	-0,035	-0,022	-0,022	-0,019
Half headway	-0,0020	-0,0017	(0,0010)	(-0,00005)
Inv time C	-0,027	-0,014	-0,0065	-0,0051
Inv time TBA	-0,011	-0,0069	-0,0020	-0,0019
Winter attraction	0,67	0,96	2,05	2,41
Cost 0 income	-0,010	-0,0067	-0,0039	-0,0042
Cost_12 classes	-0,0073	-0,0038	-0,0042	-0,0039
Cost_34 classes	-0,0055	-0,0037	-0,0029	-0,0023
Cost_56 classes	-0,0037	(-0,00039)	-0,0018	-0,0021
Size	1,0000	1,00000	1,00000	1,00000
Summer house area	0,19	0,41	1,11	1,22
Logsum zone - muni	0,69	0,79	0,78	0,77
Logsum muni - mode	0,78	0,98	0,93	0,89

Tabellen visar de centrala parametervärden i en linjär modellspecifikation. Värdena inom parentes är inte signifikant skilda från noll. Därutöver finns i modellerna ett antal konstanter med avseende på färd-sätt och finare ärendekoder som inte medtagits i tabellen. Syftet med denna redovisning är att peka på betydelsen av segmentering på dessa grupper.

Den kanske viktigaste skillnaden är att betydelsen av restid för såväl bil som kollektiva färdmedel förändras med varaktigheten, liksom betydelsen av turtäthet (som inte ens blir signifikant för de två grupperna med längst varaktighet). Vidare får förekomsten av orter med utbud av vintersportaktiviteter ökad betydelse med ökad varaktighet. Det gäller även förekomsten av fritidhus. Även kostnadsparametrarna (en parameter för var och en av de fyra inkomstklasserna) påverkas av varaktigheten. Mer intressant är kanske hur tidsvärdet påverkas, vilket redovisas i nedanstående tabell.

Implicerade tidsvärden för bil resp kollektiva färd-sätt vid olika uppehållstider på målpunkten

Tidsvärde Euro/h	0 dagar	1_2 dagar	3_5 dagar	6+ dagar
Inkomstsegment	Bil	Bil	Bil	Bil
Cost 0 income	15	13	10	7
Cost_12 classes	23	23	9	8
Cost_34 classes	30	23	13	13
Cost_56 classes	45	-	21	14
VoT euro/h	PT	PT	PT	PT
Cost 0 income	7	6	3	3
Cost_12 classes	10	11	3	3
Cost_34 classes	13	11	4	5
Cost_56 classes	19	-	7	5

Som framgår av tabellen är tidsvärdet högre för bil än för kollektiva färdssätt. Det ökar med ökad inkomst, men minskar med ökad varaktighet.

Även resfrekvensmodellerna visar olikheter mellan segmenten. I tabell 2.3 visas de resulterande modellerna för de olika segmenten.

*Modellparametrar för resgenereringsmodeller vid olika uppehållstider på målpunkten (Table 5 i Bilaga 12)*

Name	0 days	1-2 days	3-5 days	6+ days
Observations	27647	27647	27647	27647
Rho <sup>2</sup> (0)	0,9306	0,8957	0,8840	0,9562
Rho <sup>2</sup> (c)	0,0008	0,0143	0,0263	0,0256
Const_T	-4,78	-5,73	-4,88	-5,58
AGE20_29		0,30	0,36	
AGE70_79		-0,55		
AGE80_89		-1,39	-1,07	
Income		0,0021	0,0017	
Jun_Nov		0,35		
Stud		0,38	0,52	
Jan			0,79	
March			0,46	
Jul			1,07	1,18
Aug			1,17	1,45
Apr_Jun			0,64	

För det första segmentet hittades ingen signifikant förklaringsfaktor bland de socioekonomiska data som fanns i RVU. Inte heller blev tillgängligheten från logsumman för färdssätts- och destinationvalsmodellen signifikant. En möjlig förklaring skulle kunna vara att detta är ett ganska heterogent segment, som delvis kan innehålla resor från de vanliga regionala modellerna men som råkar vara något längre än 10 mil. De två följande segmenten kan förklaras med socioekonomiska variabler, bl.a. inkomst. Vidare blir ett antal säsongsbeskrivande variabler signifikanta, vilket antyder att förekomsten av helger och skollov spelar en betydande roll. För det sista segmentet är det enbart sommarsäongsvariabler som blir signifikanta – man gör semesterresor på sommaren oavsett förutsättningar, men vart och med vilket färdssätt bestäms av socioekonomiska förutsättningar.

Analysen visar således att varaktigheten är en viktig segmenteringsvariabel, och denna segmentering har därför behållits genom hela modellskattningsarbetet.

### 3.2 Analys av funktionsformer

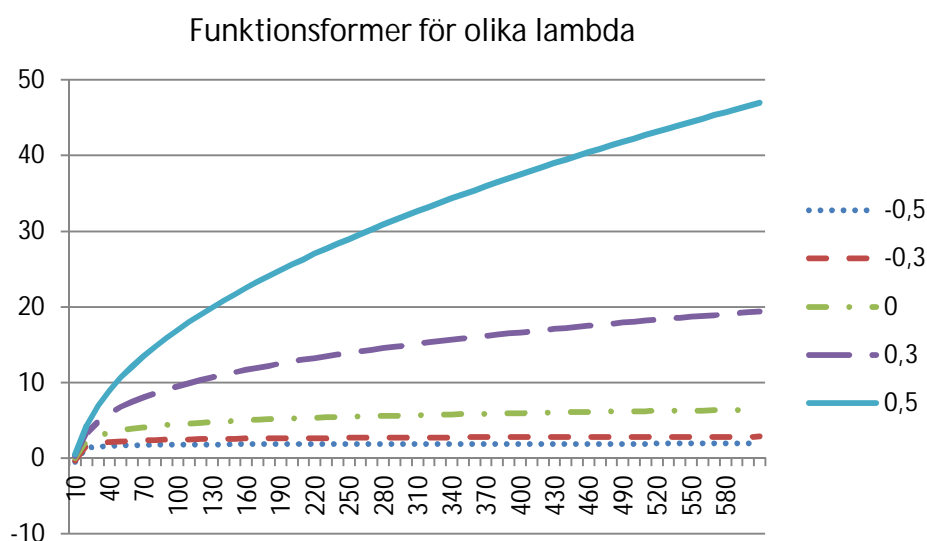
Ett huvudsyfte med projektet var att undersöka om icke-linjära funktionsformer skulle kunna förbättra modellens förklaringsgrad och därmed prediktionsförmågan för HHT. Med icke-linjära funktionsformer avses att en faktor, t.ex. restid, inte ger samma bidrag till nyttofunktion oavsett faktorns storlek. I nuvarande modeller med linjära funktionsformer ger en halvtimmes restidsförändring samma nyttoförändring oavsett om restiden är två eller åtta timmar. Så är det inte nödvändigtvis. Redan i nuvarande modeller behandlas turintervall



som en icke-linjär funktion – ju längre turintervall, desto mindre effekt får en given minskning. Den icke-linjära formen för turintervall i nuvarande modeller bygger på information från Stated Choice analyser från de nationella tidsvärdsstudierna.

Det är emellertid också möjligt att skatta formen i samband med övriga modellparametrar. För att göra det ansätts en parametrisk transformation av den aktuella variabeln, en s.k. Box-Cox transformation. Transformationen innebär att transformationen är beroende av en parameter som är kontinuerlig och som därför kan skattas. I figur 2.2 visas ett antal kurvor som motsvarar olika värden på transformationsparametern (lambda i figuren).

*Funktionsformer vid olika värden på Box-Cox transformationsparameter*



Några olika specialfall: när transformationsparametern är lika med ett, är funktionsformen linjär, när lambda är lika med noll är den logaritmisk. När transformationsparametern är en halv är funktionsformen lika med kvadratroten, och när den är minus ett är den lika med inversen. Som framgår av figuren är skillnaderna stora mellan olika värden. I många fall har icke-linearitet testats genom att ansätta logaritmen för faktorn i fråga, men som synes kan skillnaderna vara stora mellan de olika specialfall som enkelt kan testas.

Att skatta valmodeller med transformationsparametrar är ett betydligt större problem än att skatta valmodeller med linjära funktionsformer. Det finns i huvudsak fyra olika sätt att göra detta. Det första sättet är att använda sig av dedikerad mjukvara för denna problematik. De skattningsprogram som finns löser visserligen just det problemet, men har svårt att samtidigt hantera ytterligare komplexitet som modellerna också innehåller i form av många nästningsnivåer, att valen ibland ligger på kommunnivån och inte IC-nivån, samt att målpunkten beskrivs som ett index bestående av flera variabler.

Det andra sättet är att systematiskt ansätta värden på transformationsparametern och jämföra utfallet med avseende på anpassningsmättet (det s.k. log likelihoodvärdet). Denna procedur (grid search) innebär oftast ett stort antal körningar, och storleken växer med produkten av antal transformationsparametrar – vill man undersöka såväl turintervall som restid för bil, restid för koll och reskostnad och testa 5 värden på vardera parametern krävs 625 skattningar.

Det tredje sättet är att ansätta en optimeringsprocedur (t.ex. Newton-Rapson) där man söker sig fram till den optimala lösningen med hjälp av att initialt ansätta värden på parametrarna och sedan successivt förändra dessa med ledning av hur varje parameterförändring påverkar anpassningsmålet. Även detta sätt är mycket resurskrävande.

Det fjärde sättet slutligen är att använda sig av approximationer av funktionsformer, vilka möjliggör en direkt skattning av funktionsformen. Så t.ex. kan man skatta transformationsparametrar mellan 0 och ett genom att kombinera den linjära och den logaritmiska formen. Transformationsparametrar mellan 0 och minus ett kan på motsvarande sätt skattas genom att kombinera logaritmen och inversen av faktorn. Man kan kanske intuitivt förstå att om man vet att den sökta transformationsparametern ligger mellan två kända transformationsparametrar så kan man skatta den okända parametern genom en kombination av de två kända parametrarna. Denna teoretiska insikt är ett intressant och användbart resultat av projektet, men som dessvärre nåddes först under slutfasen. I huvudsak har det andra och tredje sättet att skatta modeller tillämpats.

En nackdel med den approximativa metoden är dock att det är svårt att signifikant testa skillnader mellan olika transformationsparametrar, eftersom man inte skattar någon varians.

## 4 Modellresultat

### 4.1 Stated Choice

Stated Choice undersökningen visar att valet av färdmedel är starkt beroende av inkomst, vilken förklarar mycket av skillnaderna i tidsvärde. Dessa skillnader behöver beaktas i prognosmodellerna.

Det finns inget underlag för att tillmäta ett HHT-alternativ något värde utöver restidsfördelen när det gäller arbets- och tjänsteresor. Vi väljer att inte göra det för privatresorna heller.

Analysen ger inget stöd för att beskriva valet mellan tågalternativen som ett val mellan tåg och andra färdmedel på en övre nivå och val av tågtyp på en undre nivå i strukturen för färdmedel. HHT-alternativet bör således ingå i prognosmodellen som ett eget färdmedel tillsammans med bil, buss, och flyg.

### Analys

Analysen av undersökningen innebär att man skattar en s.k. logitmodell. Man antar då att valet beror av nyttan för den enskilde resenären av respektive alternativ, och att denna nytta kan formuleras som en sammanvägning av de olika attributen (bl.a. restider och reskostnader) och konstanter för de olika alternativen. Modellskattningen innebär att vikter för de olika attributen skattas med utgångspunkt från antagandet om att varje resenär väljer det alternativ som ger störst nytta för resenären. Förhållandet mellan dessa vikter avspeglar resenärernas preferenser för de olika faktorerna. Så t.ex. beskrivs värdet av tid uttryckt i kronor av förhållandet mellan vikterna för tid och pris. På samma sätt kan man relatera konstanten för höghastighetståg till restidsvikten och få fram hur mycket HHT-alternativet är värt i form av restid.

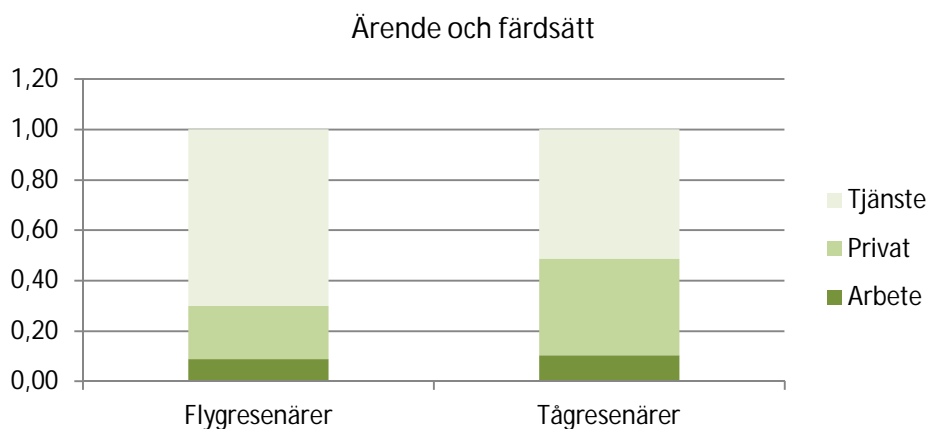
I de inledande analyserna av data från de tre omgångarna med valfrågor visade det sig att restidsvärdet skilde sig kraftigt mellan flyg och tåg, och att HHT-konstanten värderades till c:a 10 minuter kortare restid för flygresenärerna, och till c:a 20 minuter kortare restid för tågresenärerna – det senare dock endast i experimentet med enbart tågalternativ. Det visade sig också att restidsvärdena för olika resänder också skilde sig kraftigt. I tabell 4.1 redovisas tidsvärden för olika resänder (baserade på modeller redovisade i appendix).

*Restidsvärden för olika färdmedel och ärende*

Tidsvärden kr/h		
	Flygresenärer	Tågresenärer
Genomsnitt	500	150
Arbetsresor	513	203
Privatresor	213	92
Tjänsteresor	757	203

I nedanstående figur visas fördelningen på resärenden för tåg och flyg.

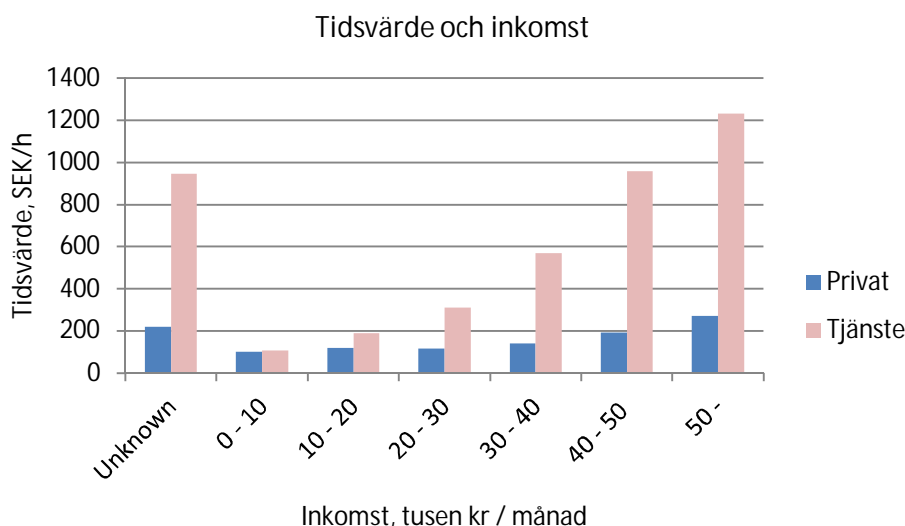
Fördelning på ärende och färdstätt.



Flygresorna består i större utsträckning av tjänsteresor, vilket delvis förklarar det högre tidsvärdet på flyg. Det kan också vara så att socioekonomiska faktorer påverkar tidsvärdet och att detta ytterligare kan förklara skillnaderna i tidsvärdet mellan tåg och flyg. En sådan analys har också genomförts, och visade att inkomsten kraftigt påverkar tidsvärdet. Pensionärer och studenter har betydligt lägre tidsvärden (aktuellt endast för privatresor), medan inga skillnader kunnat observeras mellan färdstätt eller mellan kvinnor och män.

I figuren nedan visas sambanden mellan inkomst och tidsvärde för privatresor samt arbets- och tjänsteresor (de senare sammanslagna på grund av det låga antalet arbetsresor).

*Samband mellan tidsvärde och inkomst för privatresenärer och arbets/tjänsteresenärer. Unknown=ej uppgett inkomst*



Beroendet mellan inkomst och tidsvärde innebär att incitamentet att välja ett snabbare men dyrare färdstätt (som flyg eller HHT) är högre för resenärer med högre inkomst. För att prognoserna ska beskriva färdstättvalet på ett riktigt sätt måste därför detta förhållande beaktas i prognosmodellerna.

I denna analys har materialen från tåg och flyg slagits samman, eftersom prognosmodellen måste återspegla värderingen för olika faktorer innan färdmedelsvalet gjorts. Från denna analys (se table 6 i bilaga 11) kan vi också härleda värdet för HHT-konstanten. För arbets- och tjänsteresor påverkar möjligheten att åka HHT i stället för vanligt tåg (allt annat lika) inte färdmedelsvalet, medan den får ett högt värde för privatresor (c:a 40 minuter). Det visade sig emellertid att detta värde starkt påverkades av förekomsten av s.k. lexikografiska svar, dvs svar från personer som i alla val föredragit HHT-alternativet. När dessa observationer (mindre än 3 procent av det totala antalet observationer) tagits bort (se bilaga 11) försvann hälften av värdet, och när valen avsåg tåg eller flyg spelade tågtypen ingen roll. Vi väljer därför att inte ansätta något extra värde på HHT-alternativet i förhållande till det andra tågalternativet.

En ytterligare fråga som analysen kan ge svar på är hur HHT-alternativet ska ingå bland de övriga alternativen i valmodellen. Nuvarande modell i Sampers innehåller fyra färd sätt på samma nivå i den strukturerade logitmodellen. Man skulle kunna tänka sig att de två tågalternativen är mer lika varandra och därför ska hanteras som ett gemensamt alternativ tillsammans med övriga färd sätt och som ett val mellan de två tågfärd sätten på en undre nivå. Man skulle också kunna tänka sig att HHT och flyg är mer lika varandra och därför skulle grupperas tillsammans. I det senare fallet kommer införandet av ett HHT-alternativ att ta marknadsandelar från alla andra färd sätt proportionellt mot deras marknadsandelar, medan marknadsandelar tas från det vanliga tågalternativet i större utsträckning i det förra fallet. Analysen ger dock inget underlag för att gruppera de båda tågalternativen tillsammans i ett eget näste.

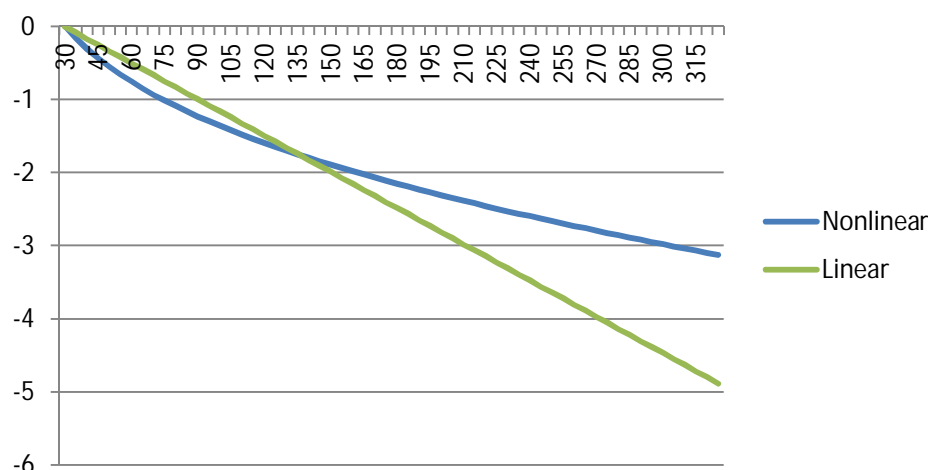
## 4.2 RP-modeller

### Modellresultat

Resultaten av modellskattningen blev att ickelinjära transformationer av turintervall, bilrestid, kollektivåktid och reskostnad gav stora förbättringar av modellernas förklaringsgrad jämfört med sina linjära motsvarigheter. Figuren nedan visar skillnaden mellan en ickelinjär modellvariant och en linjär modellvariant.

*Nytan som funktion av restid för linjär respektive ickelinjär modell*

## Ickelinjär och linjär modell



Figuren visar hur nyttofunktionen förändras med ökad restid med kollektivt färdssätt för tjänsteresor. Den icke-linjära nyttofunktionen stiger brantare än den linjära modellen i början, men planar ut snabbare. Detta innebär att restidsförkortningar får allt starkare effekt när restiden minskar.

En mer heltäckande bild av hur de nya icke-linjära modellerna skiljer sig från sin linjära motsvarighet kan erhållas genom en elasticitetsberäkning baserad på det urval som estimeringen gjorts på. I tabellen nedan visas egen- och korselasticiteterna för tågrestid med den icke-linjära respektive den linjära modellen. Egenelasticiteten beskriver hur stor förändring av antalet resor för ett visst färdssätt som orsakas av en procent förändring av restiden för detta färdssätt, medan korselasticiteterna beskriver den procentuella förändring i antalet resor som denna restidsförändring ger upphov till för andra färdssätt.

*Egen- och korselasticiteter med avseende på tågrestid vid olika tågrestidsförändringar.*

Arbete - Elasticiteter						
	Ickelinjär			Linjär		
Mode	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %
Car	0,32	-0,37	-0,52	0,28	-0,31	-0,37
Bus	0,41	-0,45	-0,62	0,37	-0,38	-0,42
Train	-0,92	1,07	1,51	-0,84	0,93	1,10
Air	0,33	-0,39	-0,55	0,39	-0,44	-0,55

Privat - Elasticiteter						
	Ickelinjär			Linjär		
Mode	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %
Car	0,05	-0,06	-0,09	0,06	-0,07	-0,08
Bus	0,08	-0,09	-0,11	0,11	-0,09	-0,11
Train	-0,46	0,52	0,72	-0,50	0,54	0,64
Air	0,09	-0,10	-0,13	0,10	-0,16	-0,15

Tjänste - Elasticiteter						
Mode	Ickelinjär			Linjär		
	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %
Car	0,36	-0,44	-0,70	0,32	-0,37	-0,49
Bus	0,44	-0,55	-0,80	0,39	-0,45	-0,54
Train	-1,48	1,81	2,88	-1,36	1,59	2,10
Air	0,39	-0,48	-0,76	0,41	-0,49	-0,67

Tabellen (som alltså avser modellerna för färdstätt och destinationsval) visar elasticiteterna för respektive resärende. För att illustrera skillnaderna mellan den linjära respektive den icke linjära modellen har elasticiteterna beräknats för såväl en tio-procentig ökning som för en lika stor minskning och dessutom för en kraftig minskning på 50 procent. Vid en 10-procentig ökning av restiden är de icke linjära elasticiteterna högre för arbets- och tjänsteresor (sånär som för arbetsresor med flyg, vilka dock är mycket få), medan de linjära elasticiteterna är något högre för privatresorna. Vid en 10-procentig minskning minskar skillnaderna för privatresorna och förstärks för övriga resor. Vid en halvering av restiden är alla egenelasticiteter och de flesta korselasticiteter högre i den icke linjära modellen.

När det gäller modellerna för resfrekvens ger de ungefär samma resultat som redovisats ovan för privatresorna. För tjänste- och arbetsresor påverkar socioekonomiska variabler resfrekvensen, liksom tillgängligheten till arbetsplatser utanför tiomilsgränsen.

### 4.3 Implementering

För att kunna göra prognoser måste modellerna implementeras i en programvara som kan läsa in nya förutsättningar när det gäller befolkning, nätverk och målpunkter. När det är gjort kan man räkna elasticiteter från den implementerade modellen, vilka kommer att skilja sig något från de ovan redovisade elasticiteterna. Detta beror dels på att resorna över 30 mil är överrepresenterade i de ovan redovisade elasticiteterna, dels på att resfrekvensen påverkas för arbets- och tjänsteresor och slutligen på att vissa förenklingar gjorts vid implementeringen. Även kalibreringen påverkar elasticiteterna i viss utsträckning.

Implementeringen handlar också om hur höghastighetstågsalternativet ska behandlas, vilket diskuterats tidigare. HHT alternativet har implementerats som ett ytterligare färdstättalternativ att välja på, vid sidan av de övriga färdstättarna. Alternativet är tillgängligt i de relationer där höghastighetstågförbindelser förekommer





## 5 Kalibrering

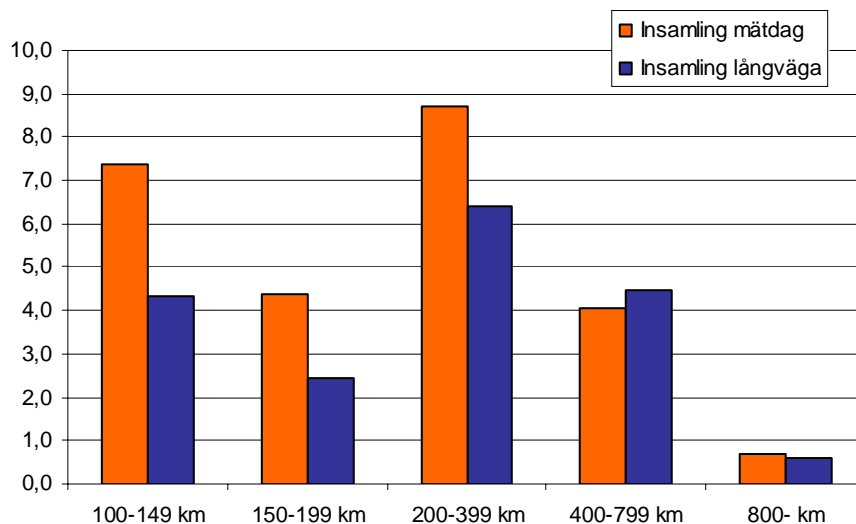
Efter implementering måste modellen kalibreras för att återskapa den bild av den rådande situationen, beskriven med bästa möjliga data. Denna beskrivning kallas här kalibreringsmålsättning. När diskussioner förs om kalibreringsmålsättningarna för enskilda delar, till exempel färdmedel eller ärenden, kallas de för kalibreringsmål. Kalibreringsmålen sätts genom en kombination av datakällor, detta beskrivs i avsnittet *Kalibreringsmål* nedan. I den implementerade modellen finns kalibreringsparametrar vilka sätts till värden som gör att modellen som resultat kan återskapa kalibreringsmålen. Dessa parametrar beskrivs i avsnittet tillsammans med en beskrivning av metoden för kalibrering *Metod för kalibrering*. Slutligen redovisas resultatet från kalibreringen.

### 5.1 Kalibreringsmål

Den nya modellen är estimerad med data från den nationella resvaneundersökningen RES 05/06. Utgångspunkten har varit att använda denna undersökning för att ta fram mål för kalibreringen, men att samtidigt utnyttja tillgängliga datakällor för tåg och flyg om det faktiska resandet från operatörer eller trafikmyndigheter. Kalibreringsåret är formellt satt till 2006. Det innebär att trafiknät och data för markanvändning avser 2006. Kalibreringsmålen för bil och buss som är hämtade från RES 05/06 är året de avser det brutna året 2005-06. För tåg och flyg hämtas kalibreringsmålen från 2005.

#### Bil

För att få ett tillräckligt antal långväga resor omfattar RES05/06 en mätperiod över en respektive två månader för resor över 10 respektive 30 mil. I samband med tidigare analyser fördes en diskussion om vilken beskrivning som bäst speglar rådande förhållanden. Därvid upptäcktes att den bild RVU ger avseende långväga bilresor ger en kraftig underskattning av resor i intervallet 10 - 40 mil.



*Långväga inrikes transportarbete med bil fördelat efter reslängd. Källa: RES05/06.*

Skillnader har bedömts bero på glömskeeffekter, varför mätdagsbeskrivningen har bedömts utgöra en bättre beskrivning av det faktiska resandet. Ett problem

med att utgå från de så kallade mätdagsresorna är att dessa resor har betydligt färre observationer än mät månadsresandet. Det har hanterats genom att den betydligt mer omfattande särskilda insamlingen i RES 05/06 av långväga resor har justerats inom åtta reslängdsklasser så att det stämmer överens med trafikarbetet enligt mätdagsresandet.

Följande procedur i två steg användes för att ta fram de justerade kalibreringsmatriserna för bil:

- 1) En matris med det vägda antalet observationer från insamlingen av långväga resor justerades för att spegla färdlängdsfördelningen som gäller för mätdagens resor. Justeringen genomfördes genom att resorna i olika reslängdsindelningar viktas om med faktorer som matchar mätdagens reslängdsfördelning.
- 2) Den resulterande matrisen justerades (cross-Fratar) med avseende på rad- och kolumnsummorna i den ursprungliga matrisen för mät månadsresor.

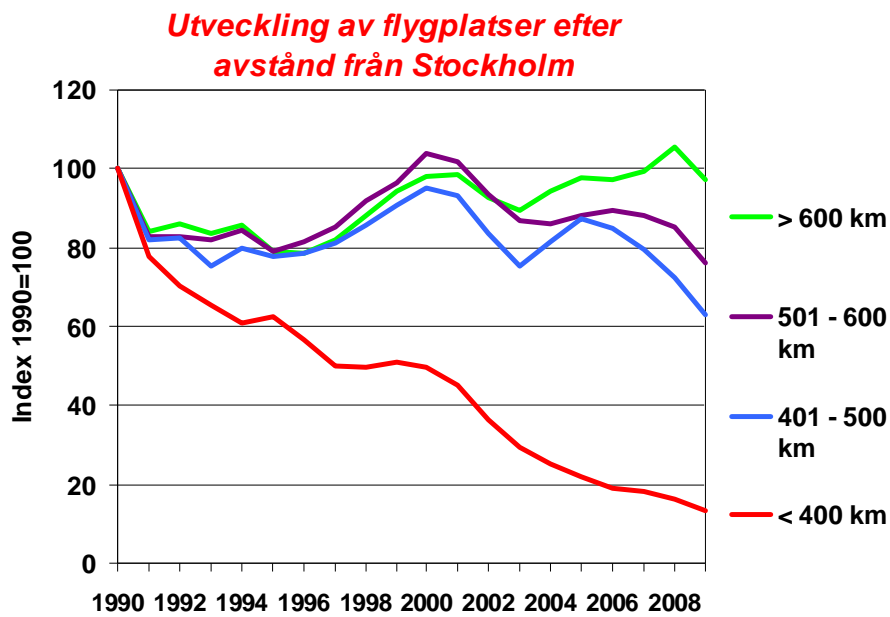
Resultatet var en matris som baseras på de många observationer i insamlingen för långväga resor och som har den troligaste färdlängdsfördelningen och samtidigt fördelar sig "rimligt" över landet.

## **Tåg**

Kalibreringsmål hämtas från matriser över tågresandet från SJ för år 2005 kompletterade med nattågstrafiken 2008. Tågresandet är hämtat från biljettstatistiken. Matrisen speglar resandet i form av delresor. Resorna är direkt, det vill säga en person finns inte med två gånger om man t.ex. åkt från Borlänge till Göteborg via Stockholm.

## **Flyg**

Som kalibreringsmål användes en kalibreringsmatris som har hämtats från Sampers nuläge 2006. Den är baserad på Luftfartsverkets uppgifter från 2001. Nedan visas flygets utveckling för olika reslängdsklasser för perioden 1990-2009.

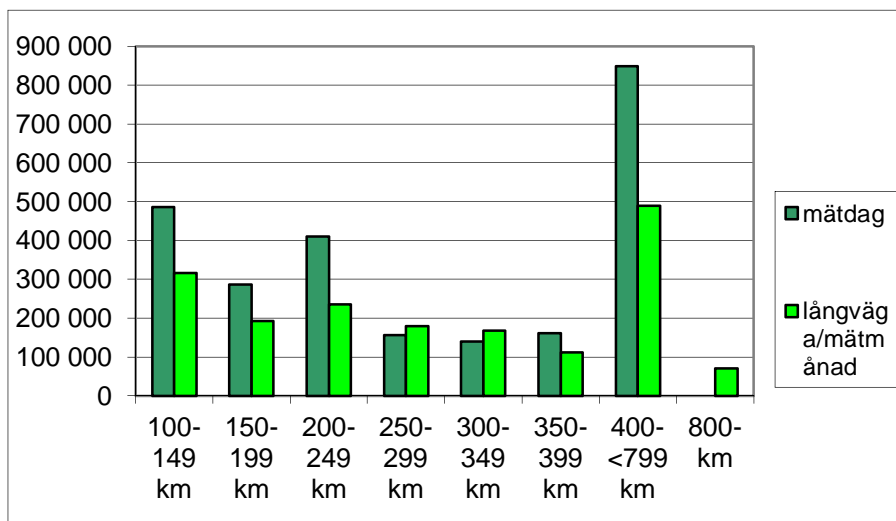


Utvecklingen av inrikesresandet med flyg 1990-2009 (källa: Järnvägsgruppen, KTH)

Förutom att de korta flygresorna under 400 km har minskat markant så är flygets utveckling relativt oförändrat under perioden 2001-2006. Kalibreringsmatrisen har skapats genom att de korta flygresorna har justerats ned i nulägesmatrisen från Sampers i enlighet med figuren nedan.

## Buss

Det går att misstänka att samma glömskeffekter som har konstaterats för långväga bilresor i RES 05/06 åtminstone delvis bör finnas även för buss. Mönstret är dock inte lika entydigt som i fallet för bilresor, se figur 5.3 nedan. Skillnaden mellan mätdagsresandet och den långväga insamlingen är heller inte signifikant. Så för buss hämtades kalibreringsmålen helt från den långväga insamlingen i RES 05/06



Utvecklingen av inrikesresandet med flyg 1990-2009 (källa: Järnvägsgruppen, KTH)

## Ärendefördelning

På grund av att kalibreringsmålen för tåg och flyg hämtas från källor som inte är möjliga att ärendefördela så har det totala kalibreringsmålet fördelats på ärenden enligt fördelningen från RES 05/06, så att den överensstämmer med definitionen av ärenden i estimationsdata. Fördelningen var 11 procent arbetsresor, 15 procent tjänsteresor och 74 procent privatresor.

## Slutliga kalibreringsmål

För att ta fram de slutliga kalibreringsmålen gjordes en indelning av landet i följande åtta områden:

- Stockholms län
- Storgöteborg
- Malmöhus län
- Kristianstads län
- Östergötland
- Övriga Götaland
- Övriga Svealand
- Norrland

Fokus vid utformandet av indelningen låg på att få med i kalibreringen av modell det volymmässigt betydelsefulla resandet mellan de tre storstadsområdena Stockholm, Göteborg och Malmö. Med indelning som grund skapades en 8x8-matriser av kalibreringsmålen för var och en av de fyra färdsätten. De mål som sedan ges i tabellen nedan.

Kalibreringsmål använda vid kalibreringen av modellen. Alla mål avser delresor per månad. Sekretessbelagda uppgifter markeras med ”\*”.

Färdsätt	Mål
Bil	11 368 905
Tåg	2 126 465
Buss	655 608
Flyg	430 895
Ärende	Mål
Arbete	1 579 252
Tjänste	2 244 125
Privat	10 758 531
Destination	Mål
Stockholms län	2 392 257
Storgöteborg	1 017 172
Malmöhus län	757 130
Kristianstads län	582 973
Östergötland	688 807
Övriga Götaland	3 774 858
Övriga Svealand	3 281 052
Norrland	2 087 623
TågRelation	Mål
SthlmSthlm	*
SthlmGbg	*
SthlmMalmo	*
GbgMalmo	*
Flygresor < 400 km:	
Mått	Mål
Airdist400	12 361

Uppgifter om tågresandet i enskilda relationer är av sekretesskäl inte med i tabellen. Men de ingick som kalibreringsmål. Det har senare också framkommit att tågresor kortare än 100 kilometer ingick i målen för den genomförda kalibreringen, varför målet för totalresandet med tåg ligger för högt.

## 5.2 Metod för kalibrering

### Kalibreringsparametrar

I den implementerade modellen finns en specifik konstant adderad till varje individuell nyttofunktion i modellspecifikationen. Vid kalibrering delades dessa konstanter in i 18 grupper, där varje grupp av konstanter motsvarar en kalibreringsparameter. De 18 kalibreringsparametrarna var:

- 3 parametrar för de 3 ärendena
- 3 parametrar för de 4 färdsätten
- 7 parametrar för de 8 destinationerna
- 4 parametrar för de 4 tågrelationerna
- 1 parameter för flygresor kortare än 400 kilometer

## Metod för kalibrering

Hela modellen körs upprepade gånger i en optimeringsprocedur som är en variant på Newton-Raphsons metod. På så sätt bestäms värdena på kalibreringsparametrarna så att kalibreringsmålen uppfylls så väl som det är möjligt.

## 5.3 Kalibreringsresultat

Tabellen nedan visar hur väl den kalibrerade modell överensstämde med kalibreringsmålen på sidan 29. Substantiella avvikelser är markerade med röd färg.

*Överensstämmelse mellan kalibrerad modell och kalibreringsmål. Alla mål avser delresor per månad. Sekretessbelagda uppgifter markeras med ”\*”.*

Färdsätt	Mål	Modell	Avvikelse (%)
Bil	11 368 905	11 376 813	0
Tåg	2 126 465	2 130 193	0
Buss	655 608	659 460	1
Flyg	430 895	429 681	0
Ärende	Mål	Modell	Avvikelse (%)
Arbete	1 579 252	1 584 994	0
Tjänste	2 244 125	2 247 166	0
Privat	10 758 531	10 763 987	0
Destination	Mål	Modell	Avvikelse (%)
Stockholms län	2 392 257	2 392 755	0
Storgöteborg	1 017 172	1 018 737	0
Malmöhus län	757 130	778 886	3
Kristianstads län	582 973	586 103	1
Östergötland	688 807	684 531	-1
Övriga Götaland	3 774 858	3 762 304	0
Övriga Svealand	3 281 052	3 290 207	0
Norrland	2 087 623	2 082 624	0
TågRelation	Mål	Modell	Avvikelse (%)
SthlmSthlm	20 047	*	-1
SthlmGbg	50 201	*	0
SthlmMalmo	23 526	*	-9
GbgMalmo	15 086	*	-9
Mått	Mål	Modell	Avvikelse (%)
Flygresor < 400 km	12 361	12 331	0

De rödmarkerade avvikelserna i tabellen beror på att enbart tåg har relations-specifika kalibreringsparametrar, vilket leder till inkonsistenser för optimeringsproceduren. I en produktionsinriktad kalibrering när samtliga färdsätt har relations-specifika parametrar så undviks problemet.





## 6 Elasticiteter från den implementerade och kalibrerade modellen

Elasticiteterna för tågrestid efter implementering och kalibrering visas i tabell 6.1 som också återger elasticiteterna för nuvarande Sampersmodell.

Tabell 6.1 egen- och korselasticiteter med avseende på tågrestid efter implementering

Sampers 2.1				
Ärende	Bil	Buss	Flyg	Tåg
Tjänste	0,13	0,17	0,14	-1,17
Privat/Arbete	0,06	0,10	0,13	-0,60
Totalt	0,07	0,11	0,13	-0,73

Ny modell - efter implementering				
Ärende	Bil	Buss	Flyg	Tåg
Tjänste	0,34	0,36	0,35	-2,22
Arbete	0,23	0,26	0,23	-1,21
Privat	0,05	0,08	0,09	-0,46
Totalt	0,11	0,09	0,21	-0,95

Som framgår av tabellen är egenelasticiteten högre för tåg i den nya modellen, liksom alla korselasticiteter utom för buss. En fullständigare redovisning av egen- och kors elasticiteter för olika variabler finns i den tekniska rapporten.

Dessa elasticiteter är dock inte direkt tillämpliga på höghastighetståg, eftersom införandet av ett sådant innebär att man lägger till ett ytterligare alternativ. Effekterna av ett sådant beskrivs ytterligare senare i rapporten.



## 7 Slutsatser

I detta projekt har det skattats nya modeller för långväga resor. De viktigaste skillnaderna jämfört med nuvarande Sampersmodell och slutsatser från det genomförda arbetet beskrivs nedan.

### 7.1 Genomfört arbete

#### Kombination av datakällor

I ansökan stod följande:

*”När det gäller prognoser för höghastighetståg kan state-of-art sägas bestå av diskreta valmodeller baserade på såväl faktiska val som hypotetiska val. Detta har bl.a. prövats i Spanien (Román et al 2007). På detta sätt kan styrkan i de olika datakällorna kombineras.”*

I detta forskningsuppdrag har det framkommit att faktiska val (RVU-data) och hypotetiska val (data från stated-choice) INTE bör kombineras i själva modellskattningen. Däremot är resultaten från de hypotetiska valen viktiga när det gäller att ta designa modellen.

#### Icke-linjära modeller

I ansökan stod följande:

*”När det gäller modellspecifikationer har de senaste årens utveckling av möjligheter att lämna på den konventionella nästade logitmodellens restriktiva antaganden inte kommit att användas vid praktiska tillämpningar såvitt känt. Tester av olika slag har dock genomförts (Bierlere et al 2001, Beser Hugosson 2003 på svenska data). Beträffande funktionsformen har möjligheterna att skatta icke-lineariteter samtidigt med de vanliga modellparametrarna i nyttofunktionerna kommit att tillämpas i viss utsträckning, exempelvis i Tyskland (Mandel et al 1997).”*

Detta har genomförts, och ökad restidskänslighet med kortare restid har visat sig signifikant.

#### Högre egen- och korselasticiteter, ökad elasticitet för restidsförkortningar

Elasticiteten har ökat för restidsförkortningar. Om elasticiteten beräknas på en 50 procentig minskning av restiden i stället för som tidigare en 10 procentig ökning blir elasticiteten i den nya modellen 50 till 100 procent högre. Om en linjär modell använts istället hade ökningen blivit 25 till 50 procent i stället.

#### Målpunktskodning

I ansökan stod följande

*”En ytterligare problemfaktor är att det datamaterial som modellerna ursprungligen skattades på var behäftat med stora brister avseende målpunktskodningen.”*

Detta har genomförts, inget bortfall pga dålig områdeskodning, 2 destinationsnivåer har använts.

## 7.2 Genomfört arbete utöver specifikation i ansökan

### Skattning av icke-linjära modeller

Dagens estimeringsverktyg är huvudsakligen anpassade för att skatta linjära modeller eller logitmodeller. Om en icke-linjär modell skall skattas innebär det en tidsödande iterativ process där olika transformationsparametrar testas. En delvis ny metod för att approximera icke-linjära modeller med en kombinerad linjär- och logitfunktion har tagits fram, och använts i detta uppdrag. Detta medför avsevärt snabbare modellskattning, och innebär att fler modeller kan skattas i och med att den iterativa processen inte är nödvändig.

### Fördelning mellan olika färdmedel och linjer i EMME

Ett sedan länge känt problem i EMME, och många andra linjeanalyssystem, är att kunna modellera olika biljettpriser och fördela resenärer på olika färdmedel och avgångar. I detta projekt har ett utkast till en metod tagits fram för att kunna separera resande på "vanliga" tåg och höghastighetståg, samtidigt som de "vanliga" tågen tillåts som anslutningsfärdmedel till höghastighetstågnätet. Den framtagna modellen tillåter även separata biljettpriser på "vanliga" tåg och höghastighetståg. Det genomförda arbetet har presenterats för Trafikverket på ett seminarium 20 maj 2011, och Trafikverket har beviljat medel för att utveckla metoden ytterligare.

### Kalibreringsmålsättning

I projektet har det i enlighet med ansökan gjorts en genomgång av RVU-data, och gjorts justeringar med avseende på bortfall. Det har genomförts en bearbetning av RVU för förbättrad bilbeskrivning, och det har även samlats in data från SJ som även stämts av med Bo-Lennart Nelldahl på KTH/SJ.

### Ökad segmentering

Den nuvarande nationella Sampers-modellen är separerad på privat- och tjänstresor. Banverket (Trafikverket) har i tidigare analyser haft problem med att förklara resandeförändringar på kortare sträckor (ca 10 mil). Som ett led i att åtgärda dessa problem har en ny kategori införts - arbetsresor. Utöver detta segmenteras även privatresor efter varaktighet på destinationsorten. Segmenten är resor över dagen, bortavartid 1-2 nätter, bortavaro 3-4 nätter samt 5 nätter eller längre. Olika efterfrågefunktioner har skattats för samtliga segment.

## 8 Rekommendationer och fortsatt arbete

Det föregående kapitlet beskriver det genomförda arbetet och visar att den långväga modellen har förbättrats på ett flertal områden jämfört med nuvarande Sampers. Modellen har även använts för tester och jämförelser av nuvarande Sampers. Modellberäkningarna avsåg den så kallade Europakorridoren, och visade att bland annat att de i Sampers kritiserade korselasticiteterna nu ökat. Resultaten från dessa modellberäkningar har dokumenterats i ett separat PM, och presenterats på ett seminarium 20 maj 2011.

Det genomförda arbetet visade även att det finns vissa delar i den nya modellen som kan förbättras ytterligare. Trafikverket delar denna uppfattning, och har beviljat ytterligare medel för fortsatt arbete med att utveckla modellen ytterligare och ta fram en modellversion som kan användas för produktion. Det kommande arbetet omfattar följande punkter:

- Uppdatera kalibreringsmål.
- Uppdatera och implementera estimering.
- Kontrollera avdragsregler för arbetsresor.
- Möjliggöra att kunna lägga in separata taxor för arbetsresor.
- Förbättra handhavandeprocessen av nuvarande modellversion.
- Kalibrera nya modellen mot nuvarande Sampersmodellens prognosresultat för att identifiera skillnader som beror på skillnader i kalibreringsmål.
- Kalibrera modellen mot nya kalibreringsmål.
- Testa och justera assignmentalgoritmen i Emme för att få rimlig fördelning mellan höghastighetståg och övriga tåg.
- Komplettera den samhällsekonomi beräkningen med externa effekter.

Då den nya modellen är framtagen kommer ett flertal modelltester att genomföras.



## 9 Bilaga: Teknisk rapport – Stated Choice studie

### Resrelationer som undersöktes

Fältarbetet genomfördes med tåg- och flygresenärer på följande sträckor:

#### Flyg

- Arlanda-Landvetter
- Arlanda-Sturup
- Bromma-Landvetter
- Bromma-Sturup

#### Tåg

- Stockholm/Södertälje – Lund/Malmö
- Stockholm/Södertälje – Göteborg

### Metod

#### Intervjuer med flygresenärer

På flygplatserna delade fältpersonalen ut enkäter till både resenärer som skulle flyga till Malmö/Sturup och till Göteborg/Landvetter. Samtliga resenärer (ej barn under 18 år) tillfrågades i möjligaste mån om att medverka. En fältpersonal arbetade per arbetspass då arbetsinsatsen var intensiv men kort och begränsad i tid. Fältpersonalen fick på egen hand hålla koll på från vilka gater flygen avgick. Till sin hjälp hade personalen information om när olika flygavgångar skulle avgå.

På Bromma flygplats fick fältpersonalen en Eventbadge som möjliggjorde att fältpersonalen kunde gå genom säkerhetskontrollen och vidare till gaterna där resenärerna befann sig. Badgen hämtades i informationsdisken på Bromma flygplats.

Fältpersonalen som arbetade på Arlanda flygplats fick genomgå en registerkontroll/säkerhetskontroll samt en webbaserad utbildning. En personligt utställd badge kvitterades ut inför fältarbetet. Denna möjliggjorde för fältpersonalen att passera säkerhetskontrollen och dela ut enkäter vid gaterna.

Enkäterna samlades in i de fall resenärerna han besvara dem innan ombordstigning. Flertalet tog dock med sig enkäten ombord på planet och postade därefter enkäten i det medföljande förfrankerade svarskuvertet. Flygresenärerna fick en tialott som ”morot” för att medverka samt en penna för att kunna fylla i enkäten.

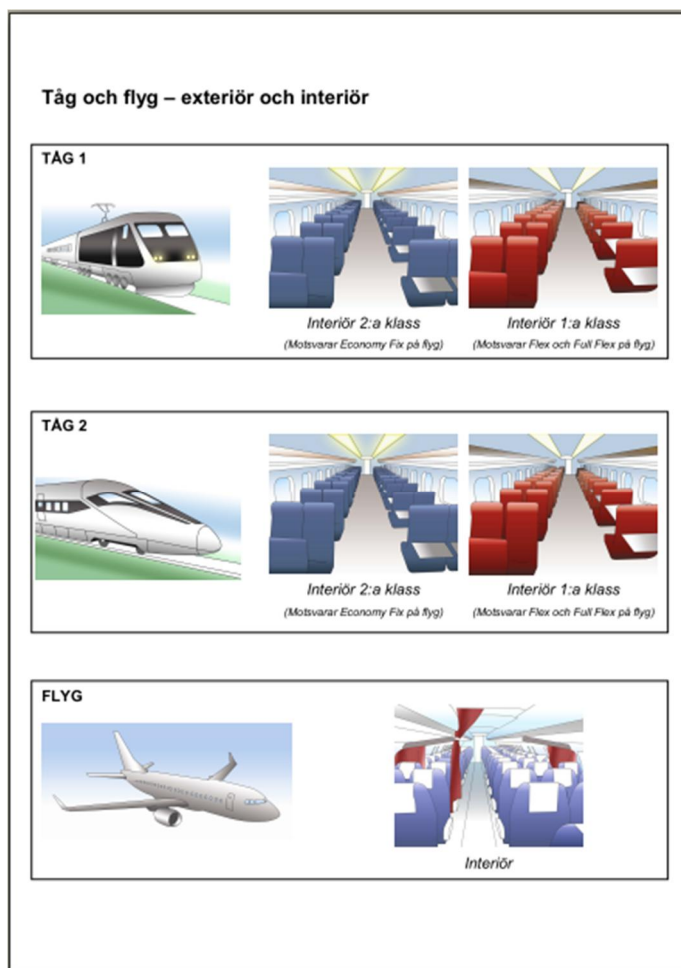
Allt fältarbete med flygresenärer genomfördes med passagerare avresande från Arlanda och Bromma. Inga intervjuer genomfördes med flygresenärer på Sturups eller Landvetters flygplatser. Detta av praktiska och ekonomiska skäl. Eftersom resenärerna normalt genomför en tur och retur resa bedömer vi att detta inte har någon inverkan på resultaten.

## Intervjuer med tågresenärer

Samtliga enkäter som vände sig till tågresenärer delades ut ombord på tågen under resans gång. För att få följa med SJs X2000-tåg krävdes att fältpersonalen hade löst en giltig tågbiljett samt ett tillstånd från SJ om att få genomföra undersökningen.

## Illustrationsblad

Nedanstående illustrationsblad användes för att åskådliggöra den interiöra och exteriöra skillnaden mellan ”konventionellt” tåg, höghastighetståg och flyg.



Bilderna användes för att undvika en verbal beskrivning av dagens tåg och höghastighetståg. Detta för att höghastighetståg misstänks ha en stark positiv laddning då respondenterna eventuellt tolkar in att tågen går på egen separat bana och därigenom skulle vara mindre känsliga för driftstörningar. Illustrationerna skulle således tala för sig själva och risken undvikas att respondenterna tolkade in några mervärden i benämningen höghastighetståg.

Illustrationerna visar att tåg 1 och tåg 2 inte skiljer sig interiört. Den enda skillnaden är exteriören i form av ett mer strömlinjeformat tåg med spetsig nos.

I conjoint designen varierades övriga faktorer, såsom restid. Tåg med spetsig nos hade därför kortare restid än det konventionella tåget i cirka hälften av valfrågorna – och vice versa.



## Enkätvarianter

### Tåg – Malmö:

- Stockholm – Malmö del 1
- Stockholm – Malmö del 2

### Tåg – Göteborg:

- Stockholm – Göteborg del 1
- Stockholm – Göteborg del 2

### Flyg – Malmö:

- Stockholm (Arlanda) – Malmö del 1
- Stockholm (Arlanda) – Malmö del 2
- Stockholm (Bromma) – Malmö del 1
- Stockholm (Bromma) – Malmö del 2

### Flyg – Göteborg:

- Stockholm (Arlanda) – Göteborg del 1
- Stockholm (Arlanda) – Göteborg del 2
- Stockholm (Bromma) – Göteborg del 1
- Stockholm (Bromma) – Göteborg del 2

## Genomförande av fältarbetet

Ett stort antal pilotundersökningar genomfördes för att säkerställa designen av conjoint-frågorna. Projektet har haft en hel del otur vad gäller vinterväder och askmoln. Den första huvudundersökningen fick avbrytas pga problem i tågtrafiken, som ett resultat av det besvärliga vintervädret. Detta påverkade även flygresenärerna då tågresenärerna blev hänvisade till att ta flyget i de fall man behövde genomföra sin resa. När ett nytt försök gjordes för att starta om huvudundersökningen inträffade så problemen med askmoln från vulkanen på Island. Detta lamslog flygtrafiken och intervjuerna fick ännu en gång avbrytas. Problemen med tågtrafiken pga snöoväder startade 19 februari. Problemen med askmoln startade torsdag 15 april.

## Tidplan för fältarbetet

Fältarbetet har genomförts följande dagar:

- Intern pilotundersökning genomfördes 18 november 2009
- Pilotundersökning 1 på tåg: 20 november 2009
- Pilotundersökning 2 på tåg: 2 december 2009
- Pilotundersökning 3 på tåg: 28 januari 2010
- Pilotundersökning 4 på tåg: 4 februari 2010
- Huvudundersökning 1 på tåg: 17, 18 februari (avbröts pga snöoväder)
- Huvudundersökning 2 på tåg: 14, 15, 16, 18, 19, 20 april (avbröts pga askmoln)
- Huvudundersökning 3 på tåg: 7, 9, 10, 11 maj
- Pilotundersökning 1 på flyg: 27 januari 2010
- Pilotundersökning 2 på flyg: 3 februari 2010
- Huvudundersökning 1 på flyg: 17, 18 februari (avbröts pga snöoväder)
- Huvudundersökning 2 på flyg: 12, 14 april (avbröts pga askmoln)
- Huvudundersökning 3 på flyg: 7, 9, 10, 11, 21 maj

## **Bortfall och antal observationer**

Svarsfrekvensen var drygt 75% på både tåg och flyg.

Analyserna har genomförts på enbart de enkätintervjuer som gjordes när det inte var några väderproblem, vare sig med vinterväder eller askmoln.

Analyserna baseras på svar från cirka:

- 350 tågresenärer som reste mellan Stockholm-Malmö-Stockholm
- 430 tågresenärer som reste mellan Stockholm-Göteborg-Stockholm
- 370 flygresenärer som reste mellan Bromma-Sturup
- 200 flygresenärer som reste mellan Arlanda-Landvetter
- 200 flygresenärer som reste mellan Arlanda-Sturup
- 290 flygresenärer som reste mellan Bromma-Landvetter

# 10 Bilaga: Deskriptiv statistik - Stated Choice studie

## Tågresenärer mellan Stockholm-Malmö-Stockholm

På-och avstigningsstation	Var klev du på detta X2000-tåg?	Var kliver du av detta X2000-tåg?
Stockholm C	55%	43%
Flemingsberg	0%	0%
Södertälje Syd	1%	1%
Katrineholm C	0%	0%
Norrköping C	0%	0%
Linköping C	0%	1%
Mjölby C	0%	0%
Tranås C	0%	0%
Nässjö C	0%	0%
Alvesta	1%	2%
Hässleholm C	1%	2%
Lund C	16%	26%
Malmö C	27%	23%
Kastrup	0%	0%
Köpenhamn	0%	0%

Resans ärende	
Resa till/från arbete eller skola	9%
Annan privat anledning	56%
Resa i tjänsten (arbetsgivaren betalade biljetten)	35%

Har du någon viktig tid att passa där du skall avsluta denna resa?	
Ja, mycket viktig	22%
Ja, ganska viktig	25%
Nej, inte särskilt viktig	25%
Nej, ingen tid att passa	28%

Reser du själv eller i sällskap på denna resa?	
Reser själv	58%
Reser i sällskap	42%

Hur många personer är med på resan?	
1 person och jag	53%
2 personer och jag	12%
3 personer och jag	11%
4 personer och jag	3%
5 personer eller fler och jag	21%

Biljettyp	
Enkel biljett	79%
Förköpsbiljett eller årskort (t ex 10-biljett, årskort, månadsbiljett)	14%
Vet ej	6%

Biljettklass	
1:a klass	20%
2:a klass	80%

Vem betalade tågbiljetten	
Mitt eget hushåll	54%
Annan	46%

Hur ofta åker du tåg på den sträcka som du reser idag?	
Minst en gång per vecka	5%
Några gånger per månad	15%
Några gånger per år	51%
Sällan/aldrig	29%

	Hur långt är det från din startadress idag, till närmsta tågstation?	Hur långt är det från din måladress idag, till närmsta tågstation?
< 1 mil	59%	59%
1-2 mil	15%	15%
2-3 mil	9%	6%
3-4 mil	2%	5%
4-5 mil	1%	2%
5-6 mil	3%	2%
6-7 mil	1%	2%
7-8 mil	3%	3%
8-9 mil	1%	0%
9-10 mil	1%	0%
10-20 mil	1%	1%
20-30 mil	1%	1%
Längre än 30 mil	2%	4%

Hur ofta åker du flyg, mellan Arlanda-Sturup, på den sträcka som du	
Minst en gång per vecka	1%
Några gånger per månad	3%
Några gånger per år	23%
Sällan/aldrig	72%

	Hur långt är det från din startadress idag till ... Arlanda (om du reser till Skåne/Danmark) eller Sturup (om du reser från Skåne/Danmark)?	Hur långt är det från din måladress idag till ... Arlanda (om du reser från Skåne/Danmark) eller Sturup (om du reser till Skåne/Danmark)?
< 1 mil	4%	4%
1-2 mil	10%	9%
2-3 mil	20%	19%
3-4 mil	18%	13%
4-5 mil	8%	6%
5-6 mil	14%	12%
6-7 mil	7%	6%
7-8 mil	3%	6%
8-9 mil	3%	3%
9-10 mil	1%	3%
10-20 mil	2%	5%
20-30 mil	2%	3%
Längre än 30 mil	7%	10%

Hur ofta åker du bil på den sträcka som du reser idag?	
Minst en gång per vecka	1%
Några gånger per månad	5%
Några gånger per år	21%
Sällan/aldrig	72%

Hur ofta åker du buss på den sträcka som du reser idag?	
Minst en gång per vecka	1%
Några gånger per månad	3%
Några gånger per år	6%
Sällan/aldrig	91%

Kön?	
Man	42%
Kvinna	58%

Sysselsättning?	
Studerande	17%
Förvärvsarbetande	52%
Pensionär	17%
Annat	14%

Vilken är din månadsinkomst före skatt?	
0-10 000 kronor	20%
10 001-20 000 kronor	19%
20 001-30 000 kronor	29%
30 001-40 000 kronor	20%
40 001-50 000 kronor	5%
50 001 kronor eller mer	7%

Hur många bilar finns i hushållet totalt?	
0 bilar	31%
1 bil	46%
2 bilar	18%
3 bilar	3%
4 bilar eller fler	2%

Tillhör du dem som kan må dåligt och t ex bli illamående av att åka X2000?	
Nej	59%
Ja det händer, men inte alltid	27%
Ja nästan varje gång jag reser	7%
Ja alltid	5%
Vet ej	2%

Påverkar detta ditt val av färdmedel?	
Ja (av 100%)	10%

## Tågresenärer mellan Stockholm-Göteborg-Stockholm

På-och avstigningsstation	Var klev du på detta X2000-tåg?	Var klev du av detta X2000-tåg?
Uppsala	2%	
Stockholm C	57%	38%
Flemingsberg	1%	
Södertälje Syd	1%	
Katrineholm C		2%
Hallsberg		1%
Töreboda		
Skövde	2%	4%
Falköping		
Herrljunga	3%	6%
Alingsås		
Göteborg	35%	49%

Resans ärende	
Resa till/från arbete eller skola	10%
Annan privat anledning	27%
Resa i tjänsten (arbetsgivaren betalade biljetten)	63%

Har du någon viktig tid att passa där du skall avsluta denna resa?	
Ja, mycket viktig	38%
Ja, ganska viktig	32%
Nej, inte särskilt viktig	13%
Nej, ingen tid att passa	17%

Reser du själv eller i sällskap på denna resa?	
Reser själv	65%
Reser i sällskap	35%

Hur många personer är med på resan?	
1 person och jag	58%
2 personer och jag	19%
3 personer och jag	11%
4 personer och jag	8%
5 personer eller fler och jag	3%

Biljettyp	
Enkel biljett	75%
Förköpsbiljett eller årskort (t ex 10-biljett, årskort, månadsbiljett)	22%
Vet ej	3%

Biljettklass	
1:a klass	29%
2:a klass	71%

Vem betalade tågbiljetten	
Mitt eget hushåll	28%
Annan	72%

Hur ofta åker du tåg på den sträcka som du reser idag?	
Minst en gång per vecka	10%
Några gånger per månad	16%
Några gånger per år	51%
Sällan/aldrig	23%



	Hur långt är det från din startadress idag, till närmsta tågstation?	Hur långt är det från din måladress idag, till närmsta tågstation?
< 1 mil	61%	70%
1-2 mil	21%	18%
2-3 mil	8%	5%
3-4 mil	1%	1%
4-5 mil	1%	1%
5-6 mil	3%	2%
6-7 mil	1%	1%
7-8 mil	1%	0%
8-9 mil	0%	0%
9-10 mil	0%	0%
10-20 mil	0%	0%
20-30 mil	0%	0%
Längre än 30 mil	2%	1%

Hur ofta åker du flyg, mellan Arlanda-Landvetter, på den sträcka som du	
Minst en gång per vecka	1%
Några gånger per månad	5%
Några gånger per år	25%
Sällan/aldrig	69%

	Hur långt är det från din måladress idag till ... Arlanda (om du reser till Göteborgsområdet) eller Landvetter (om du reser från Göteborgsområdet)?	Hur långt är det från din måladress idag till ... Arlanda (om du reser till Göteborgsområdet) eller Landvetter (om du reser från Göteborgsområdet)?
< 1 mil	3%	4%
1-2 mil	11%	6%
2-3 mil	21%	18%
3-4 mil	20%	22%
4-5 mil	12%	11%
5-6 mil	16%	11%
6-7 mil	3%	6%
7-8 mil	1%	1%
8-9 mil	3%	2%
9-10 mil	2%	2%
10-20 mil	5%	6%
20-30 mil	1%	2%
Längre än 30 mil	4%	8%

Hur ofta åker du bil på den sträcka som du reser idag?	
Minst en gång per vecka	1%
Några gånger per månad	2%
Några gånger per år	23%
Sällan/aldrig	74%

Hur ofta åker du buss på den sträcka som du reser idag?	
Minst en gång per vecka	0%
Några gånger per månad	0%
Några gånger per år	3%
Sällan/aldrig	97%

Kön?	
Man	51%
Kvinna	49%

Sysselsättning?	
Studerande	6%
Förvärvsarbetande	80%
Pensionär	8%
Annat	6%

Vilken är din månadsinkomst före skatt?	
0-10 000 kronor	5%
10 001-20 000 kronor	5%
20 001-30 000 kronor	27%
30 001-40 000 kronor	27%
40 001-50 000 kronor	15%
50 001 kronor eller mer	21%

Hur många bilar finns i hushållet totalt?	
0 bilar	18%
1 bil	52%
2 bilar	26%
3 bilar	3%
4 bilar eller fler	1%

Tillhör du dem som kan må dåligt och t ex bli illamående av att åka X2000?	
Nej	67%
Ja det händer, men inte alltid	26%
Ja nästan varje gång jag reser	5%
Ja alltid	1%
Vet ej	1%

Påverkar detta ditt val av färdmedel?	
Ja (av 100%)	4%

## Flygresenärer – samtliga relationer

Flygrelation	
Bromma-Sturup	35%
Arlanda-Landvetter	19%
Arlanda-Sturup	19%
Bromma-Landvetter	27%

Resans ärende	
Resa till/från arbete eller skola	8%
Annan privat anledning	21%
Resa i tjänsten (arbetsgivaren betalade biljetten)	71%

Har du någon viktig tid att passa där du skall avsluta denna resa?	
Ja, mycket viktig	15%
Ja, ganska viktig	26%
Nej, inte särskilt viktig	28%
Nej, ingen tid att passa	31%

Reser du själv eller i sällskap på denna resa?	
Reser själv	65%
Reser i sällskap	35%

Hur många personer är med på resan?	
1 person och jag	60%
2 personer och jag	15%
3 personer och jag	11%
4 personer och jag	4%
5 personer eller fler och jag	10%

Biljettyp	
ECONOMY FIX	31%
FLEX	20%
FULL FLEX	18%
Annat	10%
Vet ej	21%

Typ av färdbevis	
Har årskort eller liknande	13%
Vet ej	87%

Vem betalade flygbiljetten	
Mitt eget hushåll	19%
Annan	81%

Hur ofta flyger du på den sträcka som du reser idag?	
Minst en gång per vecka	10%
Några gånger per månad	21%
Några gånger per år	48%
Sällan/aldrig	21%

	Hur långt är det från din startadress idag, till denna flygplats	Hur långt är det från din måladress idag, till flygplatsen du skall till
< 1 mil	16%	3%
1-2 mil	23%	12%
2-3 mil	14%	31%
3-4 mil	9%	21%
4-5 mil	5%	9%
5-6 mil	3%	8%
6-7 mil	1%	4%
7-8 mil	1%	2%
8-9 mil	0%	2%
9-10 mil	0%	1%
10-20 mil	3%	2%
20-30 mil	1%	0%
Längre än 30 mil	24%	5%

Hur ofta åker du tåg på den sträcka som du reser idag? (Stockholmsregionen - Skåne-regionen)/(Stockholmsregionen-Göteborgsregionen)	
Minst en gång per vecka	1%
Några gånger per månad	4%
Några gånger per år	31%
Sällan/aldrig	64%

	Hur långt är det från din startadress idag till närmsta tågstation?	Hur långt är det från närmsta tågstation i Skåne-regionen/ Göteborgs-regionen, till din måladress idag?
< 1 mil	50%	47%
1-2 mil	25%	19%
2-3 mil	12%	10%
3-4 mil	5%	6%
4-5 mil	2%	1%
5-6 mil	2%	2%
6-7 mil	1%	2%
7-8 mil	1%	1%
8-9 mil	0%	1%
9-10 mil	0%	0%
10-20 mil	1%	1%
20-30 mil	0%	0%
Längre än 30 mil	1%	10%

Hur ofta åker du bil på den sträcka som du reser idag?	
Minst en gång per vecka	1%
Några gånger per månad	2%
Några gånger per år	23%
Sällan/aldrig	74%

Hur ofta åker du buss på den sträcka som du reser idag?	
Minst en gång per vecka	0%
Några gånger per månad	0%
Några gånger per år	1%
Sällan/aldrig	98%

Kön?	
Man	56%
Kvinna	44%

Sysselsättning?	
Studerande	6%
Förvärsarbetande	86%
Pensionär	3%
Annat	5%

Vilken är din månadsinkomst före skatt?	
0-10 000 kronor	6%
10 001-20 000 kronor	5%
20 001-30 000 kronor	18%
30 001-40 000 kronor	25%
40 001-50 000 kronor	18%
50 001 kronor eller mer	28%

Hur många bilar finns i hushållet totalt?	
0 bilar	10%
1 bil	41%
2 bilar	42%
3 bilar	6%
4 bilar eller fler	1%

Tillhör du dem som kan må dåligt och t ex bli illamående av att åka X2000?	
Nej	65%
Ja det händer, men inte alltid	22%
Ja nästan varje gång jag reser	6%
Ja alltid	3%
Vet ej	4%

Påverkar detta ditt val av färdmedel?	
Ja (av 100%)	11%

# 11 Bilaga: Stated Choice design

## Flyg SP-frågor-Bromma/Arlanda-Sturup

### Enkät del 1

Val nr	tid	kost	INGEN FAKTOR	tid	kost	INGEN FAKTOR
1	2 tim 20 min	200 kr mindre	HHT	50 min	200 kr mindre	Flyg
2	1 tim 10 min	50 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	400 kr mer	X2000
3	4 tim 10 min	700 kr mer	HHT	1 tim 5 min	400 kr mer	Flyg
4	1 tim 5 min	700 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	50 kr mer	X2000
5	2 tim 20 min	50 kr mer	HHT	1 tim 5 min	200 kr mindre	Flyg
6	1 tim 5 min	50 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	700 kr mer	X2000
7	4 tim 10 min	400 kr mer	HHT	1 tim 10 min	400 kr mer	Flyg
8	50 min	700 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	200 kr mindre	X2000
9	2 tim 20 min	400 kr mer	HHT	1 tim 10 min	200 kr mindre	Flyg
10	50 min	50 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	200 kr mindre	X2000
11	4 tim 10 min	50 kr mer	HHT	1 tim 5 min	400 kr mer	Flyg
12	1 tim 5 min	700 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	700 kr mer	X2000
13	2 tim 20 min	700 kr mer	HHT	1 tim 5 min	200 kr mindre	Flyg
14	1 tim 5 min	50 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	50 kr mer	X2000
15	4 tim 10 min	200 kr mindre	HHT	50 min	400 kr mer	Flyg
16	1 tim 10 min	700 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	400 kr mer	X2000

### Enkät del 2

Val nr	vl tid	vl kost	INGEN FAKTOR	hl tid	hl kost	INGEN FAKTOR
1	2 tim 20 min	200 kr mindre	X2000	50 min	200 kr mindre	Flyg
2	1 tim 10 min	50 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	400 kr mer	HHT
3	4 tim 10 min	700 kr mer	X2000	1 tim 5 min	400 kr mer	Flyg
4	1 tim 5 min	700 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	50 kr mer	HHT
5	2 tim 20 min	50 kr mer	X2000	1 tim 5 min	200 kr mindre	Flyg
6	1 tim 5 min	50 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	700 kr mer	HHT
7	4 tim 10 min	400 kr mer	X2000	1 tim 10 min	400 kr mer	Flyg
8	50 min	700 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	200 kr mindre	HHT
9	2 tim 20 min	400 kr mer	X2000	1 tim 10 min	200 kr mindre	Flyg
10	50 min	50 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	200 kr mindre	HHT
11	4 tim 10 min	50 kr mer	X2000	1 tim 5 min	400 kr mer	Flyg
12	1 tim 5 min	700 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	700 kr mer	HHT
13	2 tim 20 min	700 kr mer	X2000	1 tim 5 min	200 kr mindre	Flyg
14	1 tim 5 min	50 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	50 kr mer	HHT
15	4 tim 10 min	200 kr mindre	X2000	50 min	400 kr mer	Flyg
16	1 tim 10 min	700 kr mer	Flyg	3 tim 5 min	400 kr mer	HHT

## Flyg SP-frågor-Bromma/Arlanda-Landvetter

### Enkät del 1

Val nr	vl tid	vl kost		hl tid	hl kost	
1	1 tim 55 min	100 kr mindre	HHT	50 min	100 kr mindre	FLYG
2	1 tim 10 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	300 kr mer	X2000
3	3 tim 10 min	600 kr mer	HHT	1 tim 5 min	300 kr mer	FLYG
4	1 tim 5 min	600 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	150 kr mer	X2000
5	1 tim 55 min	150 kr mer	HHT	1 tim 5 min	100 kr mindre	FLYG
6	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	600 kr mer	X2000
7	3 tim 10 min	300 kr mer	HHT	1 tim 10 min	300 kr mer	FLYG
8	50 min	600 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	100 kr mindre	X2000
9	1 tim 55 min	300 kr mer	HHT	1 tim 10 min	100 kr mindre	FLYG
10	50 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	100 kr mindre	X2000
11	3 tim 10 min	150 kr mer	HHT	1 tim 5 min	300 kr mer	FLYG
12	1 tim 5 min	600 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	600 kr mer	X2000
13	1 tim 55 min	600 kr mer	HHT	1 tim 5 min	100 kr mindre	FLYG
14	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	150 kr mer	X2000
15	3 tim 10 min	100 kr mindre	HHT	50 min	300 kr mer	FLYG
16	1 tim 10 min	600 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	300 kr mer	X2000

### Enkät del 2

Val nr	vl tid	vl kost		hl tid	hl kost	
1	1 tim 55 min	100 kr mindre	X2000	50 min	100 kr mindre	FLYG
2	1 tim 10 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	300 kr mer	HHT
3	3 tim 10 min	600 kr mer	X2000	1 tim 5 min	300 kr mer	FLYG
4	1 tim 5 min	600 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	150 kr mer	HHT
5	1 tim 55 min	150 kr mer	X2000	1 tim 5 min	100 kr mindre	FLYG
6	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	600 kr mer	HHT
7	3 tim 10 min	300 kr mer	X2000	1 tim 10 min	300 kr mer	FLYG
8	50 min	600 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	100 kr mindre	HHT
9	1 tim 55 min	300 kr mer	X2000	1 tim 10 min	100 kr mindre	FLYG
10	50 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	100 kr mindre	HHT
11	3 tim 10 min	150 kr mer	X2000	1 tim 5 min	300 kr mer	FLYG
12	1 tim 5 min	600 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	600 kr mer	HHT
13	1 tim 55 min	600 kr mer	X2000	1 tim 5 min	100 kr mindre	FLYG
14	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	150 kr mer	HHT
15	3 tim 10 min	100 kr mindre	X2000	50 min	300 kr mer	FLYG
16	1 tim 10 min	600 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	300 kr mer	HHT



## Tåg SP-frågor- Stockholm-Malmö

### Enkät del 1

Val nr	vl tid	vl kost		hl tid	hl kost	
1	2 tim 20 min	50 kr mer	HHT	50 min	50 kr mer	FLYG
2	1 tim 10 min	150 kr mer	FLYG	3 tim 5 min	450 kr mer	HHT
3	4 tim 10 min	<b>800 kr mer</b>	HHT	1 tim 5 min	450 kr mer	FLYG
4	1 tim 5 min	<b>800 kr mer</b>	FLYG	3 tim 5 min	150 kr mer	HHT
5	2 tim 20 min	150 kr mer	HHT	1 tim 5 min	50 kr mer	FLYG
6	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	3 tim 5 min	<b>800 kr mer</b>	HHT
7	4 tim 10 min	450 kr mer	HHT	1 tim 10 min	450 kr mer	FLYG
8	50 min	<b>800 kr mer</b>	FLYG	3 tim 5 min	50 kr mer	HHT
9	2 tim 20 min	450 kr mer	HHT	1 tim 10 min	50 kr mer	FLYG
10	50 min	150 kr mer	FLYG	3 tim 5 min	50 kr mer	HHT
11	4 tim 10 min	150 kr mer	HHT	1 tim 5 min	450 kr mer	FLYG
12	1 tim 5 min	<b>800 kr mer</b>	FLYG	3 tim 5 min	<b>800 kr mer</b>	HHT
13	2 tim 20 min	<b>800 kr mer</b>	HHT	1 tim 5 min	50 kr mer	FLYG
14	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	3 tim 5 min	150 kr mer	HHT
15	4 tim 10 min	50 kr mer	HHT	50 min	450 kr mer	FLYG
16	1 tim 10 min	<b>800 kr mer</b>	FLYG	3 tim 5 min	450 kr mer	HHT

### Enkät del 2

Val nr	vl tid	vl kost		hl tid	hl kost	
1	2 tim 20 min	50 kr mer	X2000	50 min	50 kr mer	FLYG
2	1 tim 10 min	150 kr mer	FLYG	3 tim 5 min	450 kr mer	X2000
3	4 tim 10 min	<b>800 kr mer</b>	X2000	1 tim 5 min	450 kr mer	FLYG
4	1 tim 5 min	<b>800 kr mer</b>	FLYG	3 tim 5 min	150 kr mer	X2000
5	2 tim 20 min	150 kr mer	X2000	1 tim 5 min	50 kr mer	FLYG
6	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	3 tim 5 min	<b>800 kr mer</b>	X2000
7	4 tim 10 min	450 kr mer	X2000	1 tim 10 min	450 kr mer	FLYG
8	50 min	<b>800 kr mer</b>	FLYG	3 tim 5 min	50 kr mer	X2000
9	2 tim 20 min	450 kr mer	X2000	1 tim 10 min	50 kr mer	FLYG
10	50 min	150 kr mer	FLYG	3 tim 5 min	50 kr mer	X2000
11	4 tim 10 min	150 kr mer	X2000	1 tim 5 min	450 kr mer	FLYG
12	1 tim 5 min	<b>800 kr mer</b>	FLYG	3 tim 5 min	<b>800 kr mer</b>	X2000
13	2 tim 20 min	<b>800 kr mer</b>	X2000	1 tim 5 min	50 kr mer	FLYG
14	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	3 tim 5 min	150 kr mer	X2000
15	4 tim 10 min	50 kr mer	X2000	50 min	450 kr mer	FLYG
16	1 tim 10 min	<b>800 kr mer</b>	FLYG	3 tim 5 min	450 kr mer	X2000

## Tåg SP-frågor-Stockholm-Göteborg

### Enkät del 1

Val nr	vl tid	vl kost		hl tid	hl kost	
1	1 tim 55 min	50 kr mer	HHT	50 min	50 kr mer	FLYG
2	1 tim 10 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	250 kr mer	HHT
3	3 tim 10 min	400 kr mer	HHT	1 tim 5 min	250 kr mer	FLYG
4	1 tim 5 min	400 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	150 kr mer	HHT
5	1 tim 55 min	150 kr mer	HHT	1 tim 5 min	50 kr mer	FLYG
6	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	400 kr mer	HHT
7	3 tim 10 min	250 kr mer	HHT	1 tim 10 min	250 kr mer	FLYG
8	50 min	400 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	50 kr mer	HHT
9	1 tim 55 min	250 kr mer	HHT	1 tim 10 min	50 kr mer	FLYG
10	50 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	50 kr mer	HHT
11	3 tim 10 min	150 kr mer	HHT	1 tim 5 min	250 kr mer	FLYG
12	1 tim 5 min	400 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	400 kr mer	HHT
13	1 tim 55 min	400 kr mer	HHT	1 tim 5 min	50 kr mer	FLYG
14	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	150 kr mer	HHT
15	3 tim 10 min	50 kr mer	HHT	50 min	250 kr mer	FLYG
16	1 tim 10 min	400 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	250 kr mer	HHT

### Enkät del 2

Val nr	vl tid	vl kost		hl tid	hl kost	
1	1 tim 55 min	50 kr mer	X2000	50 min	50 kr mer	FLYG
2	1 tim 10 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	250 kr mer	X2000
3	3 tim 10 min	400 kr mer	X2000	1 tim 5 min	250 kr mer	FLYG
4	1 tim 5 min	400 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	150 kr mer	X2000
5	1 tim 55 min	150 kr mer	X2000	1 tim 5 min	50 kr mer	FLYG
6	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	400 kr mer	X2000
7	3 tim 10 min	250 kr mer	X2000	1 tim 10 min	250 kr mer	FLYG
8	50 min	400 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	50 kr mer	X2000
9	1 tim 55 min	250 kr mer	X2000	1 tim 10 min	50 kr mer	FLYG
10	50 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	50 kr mer	X2000
11	3 tim 10 min	150 kr mer	X2000	1 tim 5 min	250 kr mer	FLYG
12	1 tim 5 min	400 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	400 kr mer	X2000
13	1 tim 55 min	400 kr mer	X2000	1 tim 5 min	50 kr mer	FLYG
14	1 tim 5 min	150 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	150 kr mer	X2000
15	3 tim 10 min	50 kr mer	X2000	50 min	250 kr mer	FLYG
16	1 tim 10 min	400 kr mer	FLYG	2 tim 25 min	250 kr mer	X2000

## 12 Bilaga: Modelldokumentation Stated Choice (på engelska)

### Stated Choice study

As there is no current HSR in Sweden, a Stated Choice study was designed to analyze to what extent a HSR alternative would imply extra utility/disutility except for time and cost differences from other train alternatives, and to what extent two train alternatives would be perceived as more equal than would be the case between a train and another mode alternative (i.e. in unobserved utility). The limited budget for this survey allowed only for sampling air and train passengers from the stretches between Stockholm and Gothenburg and between Stockholm and Malmö (between which a future HSR investment has been subject to evaluation).

### Design

The survey was designed to capture in vehicle time, cost and train type variables. Delays were explicitly controlled by giving a constant (and narrow) range for all modes. The access/egress distances were also asked for, for train as well as air. The time and cost levels were also designed to be able to capture a wide range in values of time. Cost levels were expressed as differences from current levels, whereas in vehicle times were given in absolute values. The train alternatives differed only by the external shape, and were not labeled as standard or HSR. This was the result of the client view that the standard and HSR trains would not differ internally, only externally as a consequence of technology required to obtain high speed. In figure 1, an illustration of a SC question is given shown both train alternatives.

Figure 1 Choice question example

26. Vilket alternativ väljer du?


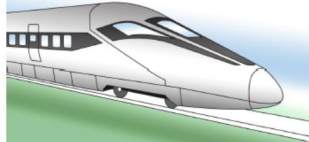
Tågtyp:		
Biljettpris:	50 kr mer än idag med tåg	300 kr mer än idag med tåg
Restid:	2 timmar 25 minuter	1 timmar 55 minuter
Jag väljer:	<input type="checkbox"/> alternativ 1	<input type="checkbox"/> alternativ 2
	<input type="checkbox"/> bil <input type="checkbox"/> annat/reser ej	

Figure xx Stated Choice question showing the two train types.

Train travelers were given one experiment containing binary choices between the two train alternatives and one experiment between air and one of the two train alternatives (each respondent was faced with only one of the two train types). Air travelers were given one experiment containing air and both train alternatives (but still as binary choices).

In addition to the choices of air and train modes, the respondent was given two additional options, the one being car and the other one being yet another mode or not doing the trips at all.

## Stated Choice models

A number of different models were estimated. First, models for each data set (i.e. each experiment) were estimated. These results are contained in table 1.

*Table 1 Model parameters for each experiment*

Name	Air travelers (air – train)	t-value	Train travelers (air – train)	t-value	Train travelers (train – train)	t-value
Observations	16514		11576		7974	
Final log(L)	- 10966,418		- 11587,9648		- 7442,3706	
D.O.F.	7		7		6	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,521		0,2779		0,3268	
Rho <sup>2</sup> (c)	0,2146		0,0492		0,0988	
LH_Const	0,136916	-6,52	-0,048907	(-2,27)	0,220612	-8,6
Car_Const	-5,193893	(-43,73)	-4,009958	(-36,59)	-4,791253	(-35,39)
Other_Const	-5,377339	(-44,30)	-3,592023	(-33,65)	-4,370275	(-33,15)
HSR_Const	0,157048	-4,05	0,044838	-1,14	0,185242	-5,19
Air_Const	-0,186287	(-2,93)	-0,6087	(-9,94)	0	(*)
Cost	-0,001764	(-32,31)	-0,002415	(-32,13)	-0,004195	(-36,35)
Time	-0,014703	(-25,32)	-0,006836	(-12,77)	-0,009543	(-17,86)
VoT SEK/h	500		170		136	
HSR_C SEK	-89		-19		-44	
HSR_C minutes	-11		-7		-19	

All models show significant parameters (panel effects not regarded in t-values), except for the HSR constant for train users choice between air and train. The table also shows the implicit values of time and the value of the HSR alternative expressed in monetary as well as in time units. The values of time are very different for air and train travelers. Another observation is that the HSR constant differs quite considerably between the two train traveler's experiments. This may to a certain extent be a focus effect, as it disappears when there is no explicit choice between the two train modes (coming after the experiments with the two train modes).

The VoT difference is of course of interest. To better understand this difference, the models were segmented on trip purpose as shown in table 2.

Table 2 Model parameters for each experiment, private trips

Name	Air travelers (air – train)	t-value	Train travelers (air – train)	t-value	Train travelers (train – train)	t-value
Observations	3525		4556		3186	
Final log(L)	-2560,3838		-4789,7935		-3055,1184	
D.O.F.	7		7		6	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,4761		0,2416		0,3082	
Rho <sup>2</sup> (c)	0,2285		0,0841		0,1271	
LH_Const	0,14279	-3,1	-0,03403	(-0,9)	0,24219	-5,6
Car_Const	-5,12784	(-20,6)	-3,62819	(-21,0)	-3,90601	(-19,1)
Other_Const	-4,65959	(-19,3)	-2,93869	(-17,6)	-3,30258	(-16,7)
HSR_Const	0,12574	-1,5	0,12275	-1,9	0,47357	-7,8
Air_Const	-0,11516	(-0,8)	-0,49679	(-4,9)	0	(*)
Cost	-0,00362	(-26,9)	-0,00305	(-26,9)	-0,0042	(-25,2)
Time	-0,01287	(-10,5)	-0,00467	(-5,7)	-0,00599	(-7,5)
VoT SEK/h	213		92		86	
HSR_C SEK	-35		-40		-113	
HSR_C minutes	-10		-26		-79	

Table 3 Model parameters for each experiment, work trips

Name	Air travelers (air – train)	t-value	Train travelers (air – train)	t-value	Train travelers (train – train)	t-value
Observations	1499		1234		861	
Final log(L)	-968,4843		-1413,1063		-894,9279	
D.O.F.	7		7		6	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,5342		0,1737		0,2506	
Rho <sup>2</sup> (c)	0,2722		0,0329		0,0784	
LH_Const	0,22034	-2,9	0,00354	-0,1	0,18162	-2,3
Car_Const	-4,80128	(-11,7)	-3,12152	(-9,9)	-4,49033	(-12,0)
Other_Const	-5,35545	(-12,5)	-3,06344	(-9,8)	-4,04332	(-11,1)
HSR_Const	0,21595	-1,5	0,09447	-0,8	0,18084	-1,7
Air_Const	-0,03016	(-0,1)	-0,54452	(-3,0)	0	(*)
Cost	-0,00201	(-10,0)	-0,00184	(-8,3)	-0,00369	(-11,2)
Time	-0,01718	(-7,9)	-0,00798	(-4,8)	-0,011	(-7,0)
VoT SEK/h	513		260		179	
HSR_C SEK	-107		-51		-49	
HSR_C minutes	-13		-12		-16	

Table 4 Model parameters for each experiment, business trips

Name	Air travelers (air – train)	t-value	Train travelers (air – train)	t-value	Train travelers (train – train)	t-value
Observations	11794		6068		4123	
Final log(L)	-7242,957		-5550,9209		-3707,6853	
D.O.F.	7		7		6	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,557		0,3402		0,3514	
Rho <sup>2</sup> (c)	0,2349		0,0267		0,0772	
LH_Const	0,11573	-4,6	-0,10745	(-3,7)	0,21655	-6,3
Car_Const	-5,36893	(-36,9)	-4,26766	(-26,8)	-5,31772	(-26,7)
Other_Const	-6,18858	(-37,2)	-4,22556	(-26,6)	-5,21545	(-26,4)
HSR_Const	0,15933	-3,4	0,05047	-0,9	-0,01122	(-0,2)
Air_Const	-0,25067	(-3,3)	-0,60034	(-7,0)	0	(*)
Cost	-0,00124	(-19,6)	-0,00172	(-15,5)	-0,00408	(-23,2)
Time	-0,01564	(-22,2)	-0,00768	(-9,8)	-0,01195	(-15,0)
VoT SEK/h	757		268		176	
HSR_C SEK	-128		-29		3	
HSR_C minutes	-10		-7		1	

Looking at the HSR constants, it appears that for private trips only the HSR constant generated in the train-train experiment for train users generated a significant constant. For work trips, no significant HSR constant emerged. For business trips, only air travelers generated a significant HSR constant, however with only a small value (corresponding to 10 minute in vehicle time).

Looking at values of time, another dimension of a value of time distribution becomes visible (table 5).

Table 5 Values of time by trip purpose and mode

VOT, SEK/h	Air users (air – train)	Train users (air – train)	Train users (train - train)
All purposes	500	170	136
Work	513	260	179
Private	213	92	86
Business	757	268	176

The same pattern as was observed for mode appears by purpose. Air travelers have double values of time or more for each separate trip purpose. As could be expected, private trips have lowest value of time. For air travelers, business travelers have the highest value and work trips are in between. For train users, business and work trips have about the same value of time.

It is obvious that there is a considerable variation of values of time in the population. This was also found in the recent Swedish Value of Time study. For forecasting, the value of time will be essential for mode choice. Therefore it would be useful to analyze to what extent the observed distribution depends on observable variables, or is mainly a random effect. The most obvious variable to

look at would be income, which has been found to have an approximately proportional influence on the value of time. It may also be that different modes are perceived differently, and that that values may vary with socio- economic category. We have chosen to attach income to the cost sensitivity, and to attach other socioeconomic effects to time sensitivity.

We also want to know about the values unconditional on choice. We have therefore estimated a model including all experiments, with regard to the possibility of different scales in each experiment as well as possible similarities in unobserved random utility. Because of the few observations for work trips, and the similarity to business trips, work and business trips are merged. In table 6 the results of this analysis are reported. In these models, car and other alternatives have been removed (having little influence on the parameters).

*Table 6 Model parameters of combined model*

Name	Private	t-value	Business and work	t-value
Observations	8399		21687	
Final log(L)	-4531,4092		-11881,7559	
D.O.F.	15		17	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,1993		0,1727	
Rho <sup>2</sup> (c)	0,1548		0,0449	
HSR_C	0,32567	(6,2)	0,07792	(1,3)
AIR_C	0,41802	(3,9)	-0,01963	(-0,2)
Time	-0,00826	(-8,9)	-0,01293	(-13,4)
Time_student	0,00478	(5,1)	0,00000	(*)
Time_pensioner	0,00389	(3,8)	0,00000	(*)
Cost_0 (no info)	-0,00226	(-5,4)	-0,00082	(-2,7)
Cost_1	-0,00499	(-13,9)	-0,00719	(-11,4)
Cost_2	-0,00414	(-13,6)	-0,00410	(-9,7)
Cost_3	-0,00431	(-17,4)	-0,00250	(-15,6)
Cost_4	-0,00356	(-12,7)	-0,00136	(-13,0)
Cost_5	-0,00259	(-7,9)	-0,00081	(-7,0)
Cost_6	-0,00182	(-7,1)	-0,00063	(-6,6)
AE_Train	0,00000	(*)	-0,00122	(-4,1)
AE_Air	0,00000	(*)	-0,00051	(-2,8)
No_AE_T	0,00000	(*)	-1,32461	(-4,5)
Scale_Air	1,00000	(*)	1,00000	(*)
Scale_T1	0,41864	(12,2)	0,22670	(12,8)
Scale_T2	1,21806	(12,0)	0,66199	(5,6)
Scale_T	0,92006	(15,8)	1,06938	(18,5)
No_access/egress info			-1,27852	(-4,3)

It is clear from the table that there is a strong relationship between income and cost sensitivity and hence the value of time. It is also clear that many socio economic variables do not appear to have an effect. Only the additional parameters for students and pensioners were significant for private trips. The different modes did not exhibit significant differences. Access and egress distance was significant only for business trips. As before, only the HSR constant for private trips became significant. The value corresponds to 40 minutes. The parameter

“Scale\_T” is a logsum parameter for the train alternatives. It is not significantly different from one in neither model. The parameters T1 and T2 are scale parameters for the train experiments, and express the relative difference in scale of the train experiments related to the air experiment.

A test in lexicographic answering was also carried out. A sensitivity test was undertaken where observations having responded to the train-train experiment by choosing the HSR alternative all or all but one times were omitted from the analysis. This was the case for about 6-7 percent of the train-train observations. The exclusion had a large impact on the HSR constant for private trips, which was now reduced to less than half the value (to 18 minutes). As the panel effect has not been regarded in the t-values, the HSR effect may not even be significantly different from zero. The differences can be compared in table 7.

Table 7 Combined model with and without lexicographic persons.

Name	Private incl lex	t- va- lue	Private incl lex	t- va- lue	Work and business incl lex	t- va- lue	Work and business excl lex	t- va- lue
Observations	8399		8165		21687		21401	
Final log(L)	- 4531,4 0		- 4405,5 4		- 11881,7 5		- 11681,5 4	
D.O.F.	15		15		17		17	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,1993		0,2010		0,1727		0,1747	
Rho <sup>2</sup> (c)	0,1548		0,1587		0,0449		0,0450	
Inertia	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*
HSR_C	0,3257	6,2	0,1430	2,9	0,0779	1,3	-0,1267	-2,9
AIR_C	0,4180	3,9	0,3394	3,3	-0,0196	-0,2	-0,0271	-0,3
Time	-0,0083	-8,9	-0,0078	-8,6	-0,0129	-13,4	-0,0112	-12,5
Time_H	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*
Time_A	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*
Time_solT	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*
Time_wom	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*
Time_stud	0,0048	5,1	0,0048	5,2	0,0000	*	0,0000	*
Time_pens	0,0039	3,8	0,0039	3,9	0,0000	*	0,0000	*
Time_NI_T	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*
Cost_0	-0,0023	-5,4	-0,0021	-5,1	-0,0008	-2,7	-0,0008	-2,7
Cost_1	-0,0050	-13,9	-0,0049	-13,7	-0,0072	-11,4	-0,0065	-11,3
Cost_2	-0,0041	-13,6	-0,0040	-13,4	-0,0041	-9,7	-0,0036	-9,6
Cost_3	-0,0043	-17,4	-0,0042	-17,1	-0,0025	-15,6	-0,0023	-15,5
Cost_4	-0,0036	-12,7	-0,0034	-12,4	-0,0014	-13,0	-0,0013	-13,0
Cost_5	-0,0026	-7,9	-0,0026	-7,9	-0,0008	-7,0	-0,0007	-6,9
Cost_6	-0,0018	-7,1	-0,0018	-6,9	-0,0006	-6,6	-0,0006	-6,6
AE_Train	0,0000	*	0,0000	*	-0,0012	-4,1	-0,0011	-4,1
AE_Air	0,0000	*	0,0000	*	-0,0005	-2,8	-0,0005	-2,8



No_AE_T	0,0000	*	0,0000	*	-1,3246	-4,5	-1,2676	-4,6
No_AE_F								
Time_solA	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*	0,0000	*
Scale_Air	1,0000	*	1,0000	*	1,0000	*	1,0000	*
Scale_T1	0,4186	12,2	0,4224	12,2	0,2267	12,8	0,2244	12,7
Scale_T2	1,2181	12,0	1,2944	11,4	0,6620	5,6	0,8884	5,5
Scale_T	0,9201	15,8	0,9781	15,9	1,0694	18,5	1,2416	20,5
No_AE_A					-1,2785	-4,3	-1,2164	-4,4

The values of time vary with income. In figure 2 this is shown.

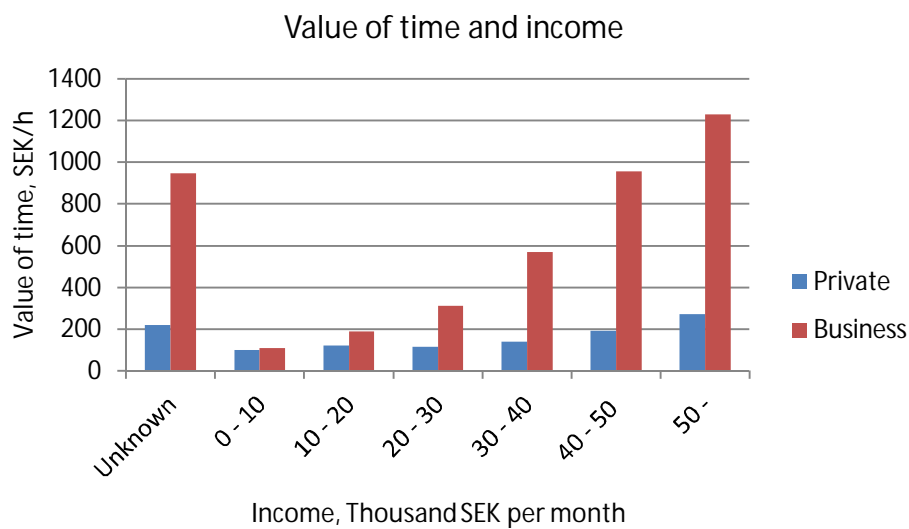


Figure 2 Value of time as a function of personal income

## Conclusions

We have drawn the following conclusions from the Stated Choice models:

- Value of time is an important driver for mode choice. The forecast model should contain a mechanism to provide such a relationship.
- The HSR alternative has a significant mode constant only for private trips. It is doubtful whether this is a real effect or a SC artifact (people not being seriously taking part in the experiment). This may require further studies.
- The HSR alternative should be treated as another main mode alternative.



## 13 Bilaga: Modelldokumentation RP (på engelska)

### General approach

The model estimation approach was to estimate models for trip generation, mode and destination choice using a “main mode” tour approach, which means that tours were formed from the travel survey, and the mode used for the longest part of the tour was assigned to be the main mode for the tour. Access and egress was treated using distances from the start and end points to the terminal. The models were nested logit models. This approach is the same as was used in the Sampers standard model for long distance trips.

The main difference in the current project as compared to the Sampers models were assumed to be the following

- A new and better coded data set
- Enhanced utility function specification

The data set was found not to be as good as was hoped for. About 25 percent of the observations did not have a destination code in the zoning system used for the long distance model (688 zones). The good news was that almost all observations had a municipality code (290 municipalities). The nesting structure therefore was set up with two destination levels – one at the municipality level, and one at the zone level. Hence, for observations without a zone code the municipality choice could be used, obviously at the price of introducing an additional level in the nesting structure.

### Private trips

#### Model segmentation

In the Sampers system, two segments were used – private trips and business trips. Commuting trips had been included in the private trips segment. There had been suggestions that HSR would offer a possibility to commute over longer distance, and therefore it was tried to estimate a separate work trips model. In Sampers, the private model segment had been further segmented with respect to time spent at the destination. A separate model for trips with a destination duration of 6 days or more was estimated, and the model for the other private trips was segmented with respect to travel time on over day trips a trips with a duration of up to 5 days. In the current project, separate models were estimated for 4 segments of private trips – arrival and return the same day (“0 days”), 1-2 days, 3-5 days and 6+ days. An initial model test using a linear specification gave quite interesting and plausible results. These models are shown in table 1.

The model comprises the modes car, bus, train and air, and includes 20 destination municipalities, each of which having at most two destination zone alternatives. The municipalities are randomly chosen without stratification, as are the zones within each municipality. As there may be more than two zones in a municipality, correction factors are applied to compensate the lower selection probabilities of zones in such municipalities.

Table 1. Model parameters for mode and destination model, private segments

Name	0 days	t-value	1_2 days	t- value	3_5 days	t- value	6 days	t- value
Observations	4320		3917		2392		1897	
Final log(L)	-9586,071		-10533,824		-7840,764		-5926,759	
D.O.F.	33		33		33		32	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,5390		0,4425		0,3213		0,3534	
ASC_Car	0,00000	(*)	0,00000	(*)	0,00000	(*)	0,00000	(*)
ASC_Bus	-2,50975	(-7,1)	-1,58496	(-5,0)	-3,34638	(-6,3)	-4,10238	(-5,2)
ASC_Train	-2,03648	(-7,5)	-0,79016	(-2,9)	-1,38173	(-3,2)	-2,48714	(-3,8)
ASC_Air	-2,38742	(-3,7)	-0,38288	(-0,9)	-0,76043	(-1,4)	-2,89660	(-3,5)
AEA	-0,02613	(-4,4)	-0,02995	(-7,7)	-0,02668	(-8,3)	-0,01535	(-4,2)
AccEgrBT	-0,03598	(-9,6)	-0,02291	(-8,8)	-0,02236	(-8,3)	-0,01987	(-6,1)
FWait	-0,00207	(-2,4)	-0,00171	(-2,3)	0,00103	(1,5)	-0,00005	(-0,1)
TC	-0,02782	(-24,8)	-0,01464	(-25,0)	-0,00652	(-14,0)	-0,00513	(-10,5)
TTBA	-0,01170	(-14,3)	-0,00695	(-13,4)	-0,00204	(-4,7)	-0,00190	(-3,9)
StudyCT	2,54647	(10,7)	1,56288	(6,8)	0,95075	(3,6)	0,96187	(2,7)
HealthC	-2,38615	(-5,3)	-0,68155	(-0,9)	-1,37487	(-1,2)	-0,39827	(-0,4)
AccompanyC	1,92595	(2,9)	0,75495	(0,9)	-0,57813	(-0,6)	1,82321	(1,2)
FreeErrand	0,71811	(3,0)	0,76878	(4,2)	0,92868	(3,8)	1,06859	(3,6)
CulBusNonC	1,27179	(6,5)	0,97008	(7,1)	0,52653	(1,6)	-0,28431	(-0,6)
ShopB	1,20024	(3,2)	0,94392	(1,5)	3,45109	(2,5)	0,00000	(*)
FriendRelA	-1,99339	(-2,3)	-0,60029	(-2,3)	0,61475	(2,3)	0,36199	(1,0)
OldYounSCT	-1,91734	(-3,4)	-1,51610	(-4,5)	-1,52556	(-4,6)	-1,84926	(-4,3)
YoungSoloB	1,07717	(1,8)	-0,37528	(-1,0)	-0,22007	(-0,5)	-1,34361	(-2,5)
NoCarBTA	2,18427	(6,8)	2,18264	(10,7)	3,08608	(9,1)	3,03858	(7,2)
FemalBT	1,23093	(4,0)	1,52270	(7,2)	1,38389	(5,3)	1,76883	(4,6)
NolicT	3,18517	(4,4)	2,24416	(5,7)	1,40788	(3,5)	1,15855	(2,4)
PS8B	11,00533	(13,1)	5,61696	(13,2)	4,98203	(9,3)	6,28027	(7,8)
NchilduB	-0,95910	(-2,0)	-2,98318	(-2,9)	-0,33348	(-0,9)	-1,10044	(-2,1)
Attwa	0,67410	(3,9)	0,96809	(7,7)	2,05064	(18,5)	2,41798	(19,9)
StoD	0,67517	(3,3)	0,89241	(5,0)	0,72331	(3,3)	0,61791	(2,4)
GotD	1,02880	(4,9)	1,24869	(7,7)	0,91852	(4,6)	0,85881	(3,7)
MalD	0,82529	(2,8)	0,34740	(1,4)	0,49341	(1,8)	0,91660	(3,4)
LinC_0	-0,01077	(-9,8)	-0,00679	(-10,3)	-0,00396	(-7,9)	-0,00426	(-7,1)
LinC_12	-0,00737	(-9,4)	-0,00385	(-9,3)	-0,00429	(-9,9)	-0,00399	(-8,3)
LinC_34	-0,00550	(-7,9)	-0,00378	(-9,5)	-0,00293	(-7,5)	-0,00231	(-5,6)
LinC_56	-0,00370	(-2,6)	-0,00039	(-0,8)	-0,00183	(-2,5)	-0,00213	(-2,7)
SizeCS	1,00000	(*)	1,00000	(*)	1,00000	(*)	1,00000	(*)
SizeSH	0,19361	(2,3)	0,41114	(5,4)	1,11191	(12,6)	1,22798	(12,1)
Theta1	0,69854	(38,0)	0,79728	(42,1)	0,78398	(36,2)	0,77988	(32,3)
Theta2	0,78149	(14,5)	0,98556	(16,3)	0,93492	(11,6)	0,89675	(8,9)

ASC-variables are alternative specific constants. StudyCT, HealthC etc are trip purpose dummies for car (C), train (T), bus (B) and air (A). TC is the in vehicle time parameter for car, TTBA is the in vehicle parameter for train, bus and air, AEA is access/egress for air, AccEgrBT is access/egress for bus and train, FWait is (half) headway, Ink\_n are cost parameters for different income

segments,  $Sizex_{xx}$  is size variables for destinations,  $StoD$ ,  $GotD$  and  $MalD$  are dummies for the large municipalities Stockholm, Gothenburg and Malmö.,  $\Theta_{1n}$  are logsum parameters ( $\Theta_1$  from zone to municipality,  $\Theta_2$  from municipality to mode).  $LLA$  is a dummy for trip length larger than 500 km for air, and  $MLT$  is

It is obvious from the table that travel behavior varies quite considerably with duration time at the destination. For shorter duration, the in vehicle time parameters are higher, and the public transport (half) headway parameter ( $FW_{ai}$ ) is significant only for the two first segments. The specification further includes two size variables for destination. The first is the number of employed persons in the culture and sports sector (which correlates very highly with population) , and the other one is the summer house (SH) area. The importance of the summer house area becomes relatively larger for trips with longer duration, as can be expected.  $Attwa$  is a qualitative dummy for zones including winter sports activities. This dummy gets increasingly significant with increased duration time. Another obvious result is the diminishing utility of money with respect to income that is reflected in the cost parameters for the 7 income segments (the 0 segment includes also income non responses). The resulting values of time reflect the less binding time constraints for longer duration at the destination.

### **Non-linear variable transformations**

Departing from this segmentation, work on the functional specification was carried out. The initial approach was to use Box-Cox transformations on the cost variable, the in vehicle time variable and the headway variable. The lack of software with the capability of simultaneously estimating normal parameters, size variable parameters and transformation parameters in a nesting structure with three levels using data with choices at different levels lead to the use of two approaches. The first procedure was a plain grid search procedure where a number of combinations of different BC transformation parameters were used as constraints on standard nested estimations (using Alogit), and the other was an optimization procedure in R (also using Alogit as a subroutine) to more efficiently search for the optimum.

Another approach (suggested by Andrew Daly) is to take advantage of the possible approximation of a Box-Cox transformation by using a two term expression in the form of one logged and one linear term. This approximation allows direct estimation of the functional form using standard software. A drawback is that the approximation is valid only for Box-Cox transformation parameters large or equal to zero. From initial tests, although with some errors in the data transformations, it seemed likely that some of the variables would have a negative BC transformation parameter at the optimum (maximal likelihood). In such cases, the original process of searching transformation parameters using the BC transformed variable has to be used. The failure of the two term approximation is indicated by getting a positive sign for the linear term (the log term is also expected to be negative as the variables relate to disutility). That makes the resulting utility u-shaped., where we expect a monotonic utility. The results from a run using the two term transformation for headway, in vehicle time (car and public transport), and the four income segment cost variables are presented in table 2. This specification implies individual BC transformation parameters for all these variables.

Table 2. Model parameters for mode and destination model, private segments using Box-Cox approximations

Name	0 days	t-value	1_2 days	t-value	3_5 days	t-value	6 days	t-value
Observations	4320		3917		2392		1897	
Final log(L)	-9036,617		-10475,846		-7833,591		-5850,481	
D.O.F.	40		40		40		39	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,5655		0,4456		0,3219		0,3617	
ASC_Car	0,00000	(*)	0,00000	(*)	0,00000	(*)	0,00000	(*)
ASC_Bus	-12,87187	(-9,1)	-3,77395	(-3,5)	-1,92278	(-1,3)	-13,58371	(-5,9)
ASC_Train	-11,64917	(-8,5)	-3,00477	(-2,8)	0,13677	(0,1)	-10,34562	(-5,1)
ASC_Air	-12,07620	(-7,8)	-2,98970	(-2,7)	0,70545	(0,5)	-10,51306	(-5,0)
AEA	-0,02476	(-3,8)	-0,02930	(-7,3)	-0,02702	(-8,4)	-0,01284	(-2,9)
AccEgrBT	-0,04267	(-10,2)	-0,02496	(-9,3)	-0,02287	(-8,4)	-0,02330	(-6,2)
LogFW	-0,70959	(-4,4)	-0,09494	(-0,9)	0,20751	(1,6)	-0,17210	(-0,9)
LinFW	0,00327	(2,2)	-0,00101	(-0,8)	-0,00068	(-0,5)	0,00151	(0,8)
LogTC	-4,21539	(-12,9)	-1,50440	(-6,7)	0,25678	(1,0)	-0,68989	(-1,8)
LinTC	0,00747	(6,8)	-0,00628	(-5,9)	-0,00738	(-7,8)	0,00085	(1,0)
LogTTBA	-0,99108	(-3,5)	-0,81943	(-4,4)	-0,21228	(-0,9)	0,97441	(2,4)
LinTTBA	-0,00297	(-2,7)	-0,00361	(-4,8)	-0,00128	(-2,0)	-0,00228	(-2,5)
StudyCT	3,21975	(9,3)	1,57265	(6,6)	0,91625	(3,4)	1,50563	(2,5)
HealthC	-2,91127	(-4,7)	-0,67837	(-0,9)	-1,36275	(-1,2)	-0,61820	(-0,4)
AccompanyC	2,66079	(2,9)	0,77922	(0,9)	-0,59233	(-0,6)	2,95641	(1,2)
FreeErrand	0,91615	(2,9)	0,79594	(4,3)	0,94456	(3,8)	1,72073	(3,3)
CulBusNonC	1,75490	(6,2)	0,97352	(6,8)	0,60741	(1,9)	-0,27653	(-0,4)
ShopB	1,46863	(2,9)	0,93057	(1,4)	3,41452	(2,4)	0,00000	(*)
FriendRelA	-2,60206	(-2,4)	-0,64746	(-2,5)	0,59580	(2,3)	0,49813	(0,9)
OldYounSCT	-2,30965	(-3,2)	-1,48482	(-4,4)	-1,50915	(-4,6)	-2,67402	(-3,6)
YoungSoloB	1,75382	(2,2)	-0,29011	(-0,8)	-0,20415	(-0,5)	-1,74074	(-2,0)
NoCarBTA	2,97432	(6,4)	2,19503	(10,3)	3,08813	(8,2)	4,97932	(5,4)
FemalBT	0,99391	(2,5)	1,51614	(7,1)	1,35455	(5,1)	2,70858	(3,8)
NolicT	4,19982	(4,2)	2,27429	(5,7)	1,38411	(3,4)	1,81489	(2,2)
PS8B	18,42559	(10,8)	6,04128	(10,7)	5,09305	(6,7)	11,97100	(5,6)
NchilduB	-0,79357	(-1,6)	-3,03590	(-2,9)	-0,33035	(-0,8)	-1,19921	(-2,2)
Attwa	0,59604	(3,5)	0,96392	(7,5)	2,04730	(18,4)	2,46593	(19,5)
StoD	0,62130	(3,1)	0,94097	(5,2)	0,71973	(3,3)	0,90673	(3,2)
GotD	1,11677	(5,3)	1,33999	(8,1)	0,91783	(4,6)	1,07872	(4,4)
MalD	0,78956	(2,6)	0,40094	(1,7)	0,50688	(1,8)	1,08916	(3,8)
LogC_0	-2,12125	(-6,5)	-0,26915	(-1,4)	0,25692	(1,1)	-1,01862	(-2,6)
LinC_0	-0,00306	(-2,3)	-0,00530	(-5,2)	-0,00495	(-6,0)	-0,00393	(-4,2)
LogC_12	-2,33225	(-8,0)	-0,42214	(-2,4)	-0,44664	(-1,9)	-1,83952	(-4,8)
LinC_12	-0,00091	(-1,2)	-0,00227	(-3,8)	-0,00308	(-5,1)	-0,00155	(-2,3)
LogC_34	-2,19395	(-7,7)	-0,27893	(-1,6)	-0,10656	(-0,4)	-1,67452	(-4,3)
LinC_34	-0,00064	(-1,0)	-0,00270	(-4,6)	-0,00271	(-4,2)	-0,00033	(-0,5)
LogC_56	-1,35267	(-2,7)	-0,15675	(-0,5)	-0,30012	(-0,7)	0,58216	(0,9)
LinC_56	-0,00125	(-0,7)	0,00004	(0,0)	-0,00114	(-1,0)	-0,00536	(-3,2)
SizeCS	1,00000	(*)	1,00000	(*)	1,00000	(*)	1,00000	(*)

SizeSH	0,26700	(3,1)	0,38753	(5,0)	1,11337	(12,7)	1,25462	(12,1)
Theta1	0,72426	(39,1)	0,78745	(42,1)	0,78685	(35,7)	0,76056	(31,4)
Theta2	0,56471	(11,3)	0,99102	(14,9)	0,93163	(9,6)	0,56971	(6,0)

All models are improved in terms of log likelihood as could be expected. The transformation parameters were however not always “behaving well”, meaning that the linear term in many cases was positive. This was the case for headway in all models except for the 1-2 days and 3-5 days segments. For the 3-5 days segment, the log term parameter was also positive (but not significant). The same is true for car in vehicle time.

For the public transport in vehicle time variable, no segment had a positive linear component parameter (but the log component was positive for the 6+ days segment). For the income segment specific cost variables, almost all log and linear terms were “well behaved” in the sense of allowing the log and linear BC approximation. The exception was the highest income segment linear cost parameter. The 6+ days segment had also a positive log cost parameter for the highest income segment.

These results are not directly applicable because of the problems with the transformation approximation. The problem is of course related to the relative sizes of the parameters. The problem can be illustrated by recovering the BC transformation parameter that is approximated by the log/lin approximation. In the figures below, the car in vehicle time results are used for this illustration. The BC transformation parameter was obtained by using the Excel solver to minimize the sum of the squared differences between the log/lin approximation and a BC transformation (including a constant) of the car in-vehicle time. The range of the variable is the same as the range in the data set.

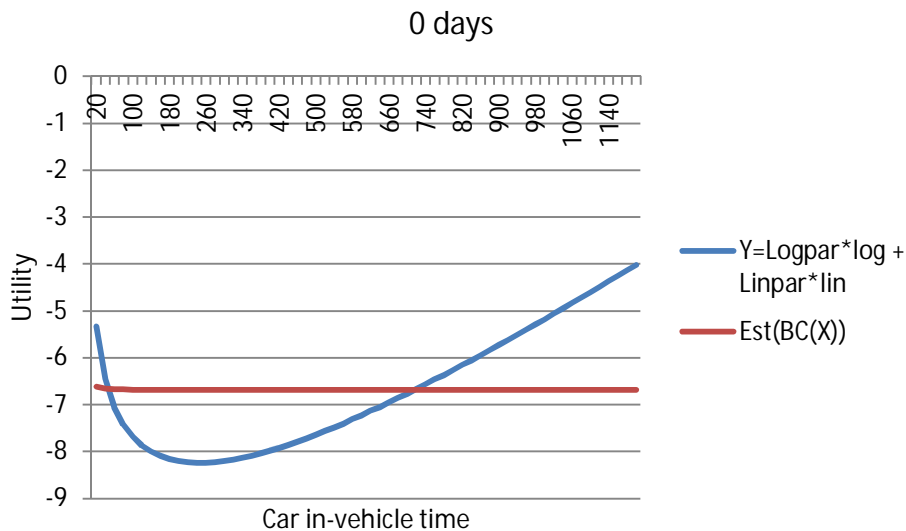


Fig 1 In vehicle time utility for log/lin approximation and corresponding BC parameters – 0 days segment

The first figure shows a case where the log/lin approximation gives very little support for a meaningful BC approximation. The BC function is very close to a constant. This is the case where a relatively large positive linear parameter makes the utility increase already within the variable range. The 6+ days segment picture is the same.

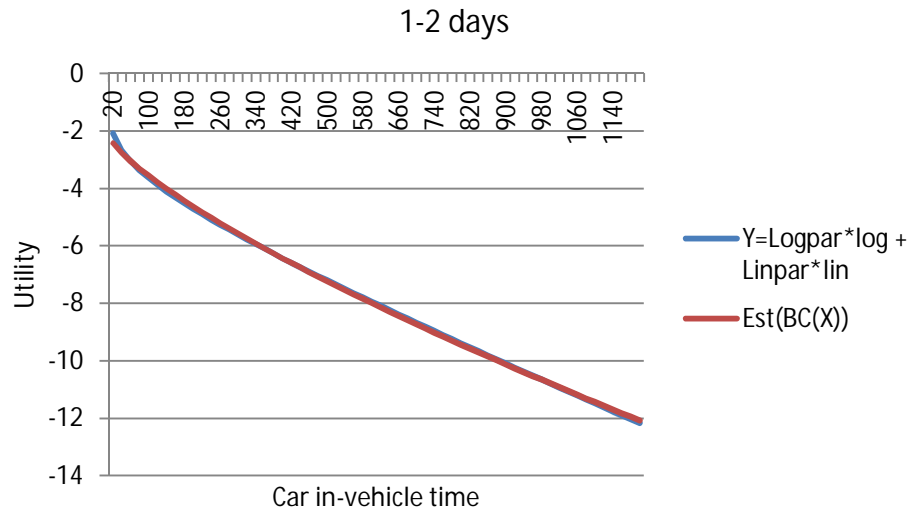


Fig 2 In vehicle time utility for log/lin approximation and corresponding BC parameters – 1-2 days segment

Figure 2 shows the “well behaved” case, where both log/lin parameters are negative, Here the approximation and the corresponding BC transformation overlap practically completely, The corresponding BC transformation parameter is 0,74 and the parameter for the transformed variable is 0,039.

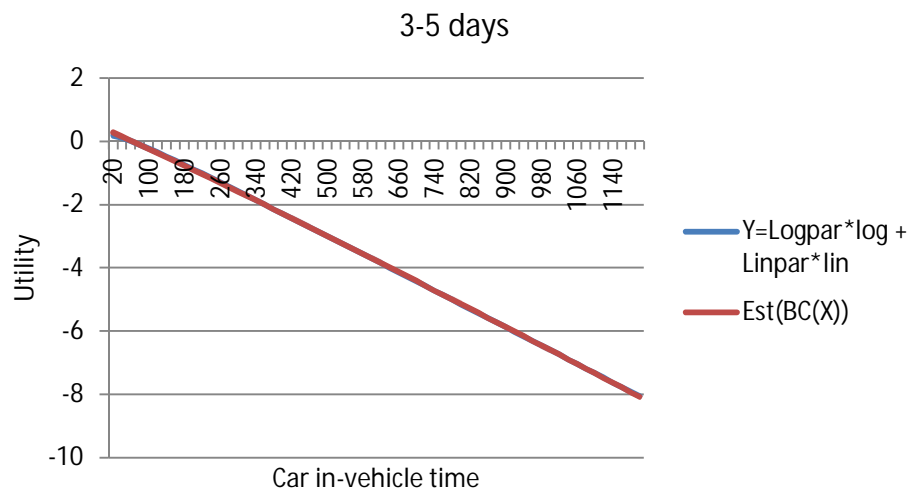


Fig 3 In vehicle time utility for log/lin approximation and corresponding BC parameters – 3-5 days segment

Figure 3 shows the case where there is still a very good fit between the log/lin approximation and the BC transformed variable in spite of the fact that the log parameter is positive. The corresponding BC transformation parameter is 1.04, and the parameter for the BC transformed variable is -0,0053.

#### Further model refinement

In order to alleviate the transformation problems described above, some further model refinement was done. This was done partly by reducing the lin/log transformation to either linear or log form, and partly by reintroducing explicit BC transformations. After some tests, the following models were selected for implementation:



Table 3 Implemented models

Name	0 days	t-value	1_2 days	t- value	3_5 days	t- value	6 days	t- value
Observations	4320		3917		2392		1897	
Final log(L)	-9025,7021		-10476,295		-7838,207		-5864,239	
D.O.F.	38		38		35		32	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,5660		0,4455		0,3214		0,3602	
ASC_Car	0,00000	*	0,00000	*	0,00000	*	0,00000	*
ASC_Bus	-28,8193	-15,8	-3,60261	-3,4	-2,19626	-1,9	-6,46478	-5,3
ASC_Train	-27,9067	-14,6	-2,85260	-2,8	-0,25054	-0,2	-3,35802	-3,2
ASC_Air	-28,7923	-13,5	-2,85586	-2,7	0,25269	0,3	-4,01303	-3,1
AEA	-0,02432	-3,9	-0,02928	-7,3	-0,02634	-8,1	-0,01333	-3,0
TT_C	-14,1069	-15,0	0,00000	*	0,00000	*	0,00000	*
AccEgrBT	-0,04262	-10,5	-0,02492	-9,3	-0,02262	-8,3	-0,02418	-6,5
LogFW	-0,44247	-4,8	-0,16624	-2,6	0,00000	*	0,00000	*
LogTC	0,00000	*	-1,52870	-7,0	0,00000	*	0,00000	*
LinTC	0,00000	*	-0,00624	-5,9	-0,00637	-12,0	-0,00174	-3,3
LogTTBA	-1,19082	-4,4	-0,83239	-4,6	-0,21579	-1,0	0,00000	*
LinTTBA	-0,00313	-2,9	-0,00362	-4,8	-0,00124	-1,9	0,00000	*
StudyCT	3,05687	9,7	1,55871	6,7	0,94693	3,6	1,40455	2,4
HealthC	-2,79928	-4,9	-0,66906	-0,8	-1,40488	-1,2	-0,53831	-0,3
AccompanyC	2,50703	2,9	0,77828	0,9	-0,58991	-0,6	3,10008	1,3
FreeErrand	0,84619	2,9	0,79265	4,3	0,93980	3,8	1,81953	3,7
CulBusNonC	1,62955	6,2	0,96341	6,9	0,58962	1,8	-0,40534	-0,5
ShopB	1,40650	3,0	0,92266	1,4	3,44664	2,5	0,00000	*
FriendRelA	-2,42424	-2,3	-0,63863	-2,5	0,60522	2,3	0,44925	0,8
OldYounSCT	-2,25872	-3,3	-1,47686	-4,4	-1,51896	-4,6	-2,63877	-3,8
YoungSoloB	1,56704	2,1	-0,29039	-0,8	-0,20426	-0,5	-1,70722	-2,0
NoCarBTA	2,78610	6,5	2,17879	10,4	3,09269	8,7	4,88935	6,7
FemalBT	1,06119	2,8	1,51203	7,2	1,37680	5,2	2,64040	4,0
NolicT	3,96042	4,3	2,26175	5,7	1,40168	3,5	1,87974	2,4
PS8B	16,96836	11,1	5,96639	10,9	5,21054	8,7	11,96935	8,2
NchilduB	-0,81705	-1,7	-3,04469	-2,9	-0,33734	-0,9	-1,17837	-2,2
Attwa	0,69288	4,2	0,96212	7,5	2,06022	18,5	2,46117	19,7
StoD	0,53816	2,7	0,93836	5,2	0,74332	3,4	0,81665	3,0
GotD	1,03667	5,1	1,33734	8,1	0,93296	4,6	1,03063	4,3
MalD	0,74611	2,5	0,39925	1,7	0,51149	1,9	1,09723	3,9
LogC_0	-1,87065	-6,1	-0,25274	-1,3	0,00000	*	-1,14345	-4,7
LinC_0	-0,00267	-2,0	-0,00530	-5,2	-0,00403	-7,3	-0,00330	-3,8
LogC_12	-2,12351	-7,8	-0,40405	-2,3	-0,42819	-2,2	-1,91197	-8,5
LinC_12	-0,00018	-0,3	-0,00227	-3,8	-0,00309	-5,1	-0,00110	-1,7
LogC_34	-2,01180	-7,6	-0,26305	-1,6	-0,07432	-0,4	-1,77492	-10,9
LinC_34	0,00018	0,3	-0,00270	-4,6	-0,00276	-4,4	0,00000	*
LogC_56	-1,17496	-2,3	0,00000	*	0,00000	*	0,00000	*
LinC_56	-0,00070	-0,4	-0,00032	-0,6	-0,00187	-2,5	-0,00385	-4,1
SizeCS	1,00000	*	1,00000	*	1,00000	*	1,00000	*
SizeSH	0,28771	3,3	0,38800	5,0	1,11327	12,6	1,24948	12,1
Theta1	0,73528	39,4	0,78755	42,1	0,78265	36,3	0,76472	31,8
Theta2	0,59339	11,9	0,99861	15,2	0,93200	10,9	0,56947	8,2

Approximate BC parameters can be estimated from the lin/log parameters. Here, Excel standard Solver procedure was used to do this task in the range relevant for each variable.

*Table 4 Implied Box-Cox transformations parameters*

BC transformation parameters				
Variable	0 days	1-2 days	3-5 days	6+ days
Headway	0	0	-	-
Inv. time car	-0,3	0,74	1	1
Inv. time p.t.	0,73	0,82	0,85	-
Cost_0	0,71	0,91	1	0,83
Cost_12	0,11	0,91	0,93	0,48
Cost_34	0	0,94	0,98	0
Cost_56	0,5	1	1	1

For all segments except for the 0 days segment, the implemented models have a slightly lower fit to data. This is expected as a consequence of reducing the number of variables. For the 0 days segment the fit improved instead when the log/lin approximation was replaced by the explicit BC transformation, and using a negative transformation parameter (-0.3). This can be interpreted as a rejection of a u-shaped variable and as an indication that a negative BC transformation is a better descriptor of travel behavior. The BC transformation parameter of -0.3 may not be the optimal value, but the time frame of the project did not allow further exploration. Also BC transformations with negative parameters for the headway variable might add to the fit – here only the log was used, also for project time constraint reasons.

### **Trip generation models**

The segmentation within private trips also gives interesting results when estimating trip frequency models. The model specification is a binary choice of making a trip or not within a period of time. The length of the period is determined by the maximum number of trips observed in the data (period length = 30 days / max number of trips in 30 days). The results are shown in table 5.

Table 5. Estimated parameters in trip frequency model, private segments

Name	0 days	t-värde	1-2 days	t-värde	3-5 days	t-värde	6+ days	t-värde
Observations	27647		27647		27647		27647	
Final log(L)	-1330,79		-1999,605		-2223,527		-839,729	
D.O.F.	1		8		12		3	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,9306		0,8957		0,8840		0,9562	
Rho <sup>2</sup> (c)	0,0008		0,0143		0,0263		0,0256	
Const_T	-4,78062	(-72,2)	-5,73082	(-41,2)	-4,88235	(-34,1)	-5,58470	(-53,3)
AGE20_29			0,30808	(2,1)	0,36252	(2,7)		
AGE70_79			-0,55431	(-2,1)				
AGE80_89			-1,39544	(-2,1)	-1,07366	(-2,0)		
Inc_I			0,00215	(3,9)	0,00179	(3,2)		
Inc_I_0			-0,14959	(-0,8)	-0,21086	(-1,3)		
Jun_Nov			0,35231	(3,4)				
Stud			0,38020	(2,3)	0,52949	(3,5)		
Jan					0,79339	(5,0)		
March					0,46449	(2,6)		
Jul					1,07177	(6,1)	1,18504	(4,7)
Aug					1,17405	(6,9)	1,45880	(6,5)
Apr_Jun					0,64564	(5,0)		
Scania county					-0,59593	(-2,8)		

Inc\_I is personal income, Inc\_I\_0 is a dummy for income =0 or income non response. The other variables should be self explaining. The month variables should be interpreted with some caution – the month is the month for the measurement day, and long distance travel is reported for the preceding 30 day period.

The first observation is probably that the 0 days segment does not include any explaining variables at all. The variables that were tested were a range of socioeconomic variables as well as temporal variables. Additionally, the logsum from the mode and destination model was tested. Day trips seem to be made irrespective of socioeconomic influence or period of year. It may well be that many of these trips are not what we would like to term “long distance trips”, but rather regional trips that happen to be a little longer than the 100 km limit.

The 1-2 days segment differs by showing to be depending on age, income, occupational status and temporal variables. As one might expect, young people travel more frequently than old people, richer people travel more often than poor people, students travel more than others, and more travel takes place in the late summer and autumn.

The 3-5 days segment differs from the 1-2 days segment mainly by having a different temporal profile. This can probably be explained by the spring holidays, where there is a one week school holiday around March, a one week Eastern school holiday, a 4 days Ascension days and some other holidays.

For the 6+ days segment, only temporal variables result. The interpretation may be that this is mostly the summer trip, which is made regardless of anything but summer holidays.

The logsum variable did not appear to be significant for any of the segments. Instead, a negative variable for the Scania county was found for the 3-5 days seg-

ment. Large town also seem to generate lower trip rates, although not significantly. It may be that the accessibility to activities within the 100 km radius is more important. The Scania effect is probably due to the closeness of the Copenhagen area, trips to which would be classified as international trips. Here we deal only with domestic travel.

## Work trips

Work trips were not further segmented. Inspection of data reveals that there might be a lot of heterogeneity within this segment, as some individuals reported almost 1 trip per work days (daily commuting), whereas other reported four or five (weekly commuting) or only one or two trips. The number of individuals was however too small to segment.

For work trips, the grid search worked out well. The visualizations is found in table 6.

	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
0,05	-3337,05	-3333,66	-3331,18	-3329,7	-3329,22	-3329,73	-3331,15	-3333,4	-3336,35	-3339,88	-3343,86	-3348,18
0,1	-3334,14	-3330,97	-3328,68	-3327,34	-3326,98	-3327,56	-3329,03	-3331,29	-3334,23	-3337,73	-3341,68	-3345,95
0,15	-3331,57	-3328,57	-3326,44	-3325,24	-3324,98	-3325,65	-3327,18	-3329,48	-3332,45	-3335,98	-3339,94	-3344,22
0,2	-3329,39	-3326,52	-3324,52	-3323,44	-3323,29	-3324,05	-3325,66	-3328,02	-3331,05	-3334,64	-3338,65	-3342,99
0,25	-3327,62	-3324,86	-3322,97	-3321,99	-3321,94	-3322,79	-3324,48	-3326,93	-3330,05	-3333,71	-3337,82	-3342,25
0,3	-3326,27	-3323,59	-3321,78	-3320,89	-3320,93	-3321,87	-3323,65	-3326,2	-3329,41	-3333,18	-3337,4	-3341,96
0,35	-3325,31	-3322,67	-3320,92	-3320,11	-3320,23	-3321,26	-3323,14	-3325,79	-3329,11	-3333	-3337,35	-3342,06
0,4	-3324,7	-3322,08	-3320,38	-3319,63	-3319,83	-3320,94	-3322,92	-3325,67	-3329,1	-3333,12	-3337,62	-3342,5
0,45	-3324,39	-3321,78	-3320,12	-3319,42	-3319,68	-3320,88	-3322,94	-3325,8	-3329,36	-3333,51	-3338,16	-3343,21
0,5	-3324,34	-3321,73	-3320,08	-3319,43	-3319,75	-3321,02	-3323,18	-3326,14	-3329,82	-3334,11	-3338,92	-3344,14
0,55	-3324,51	-3321,88	-3320,25	-3319,63	-3320	-3321,35	-3323,59	-3326,65	-3330,45	-3334,88	-3339,84	-3345,24
0,6	-3324,85	-3322,2	-3320,57	-3319,98	-3320,4	-3321,81	-3324,13	-3327,3	-3331,21	-3335,77	-3340,89	-3346,46

Table 6. Log likelihood for combinations of BC transformation parameters, work trips.

The estimated parameters of the optimal version and the linear counterpart are shown in table 7.

## Optimal and linear models

Table 75. Estimated parameters for mode and destination model for work trips

Name	work_045 BC	t-value	work_045 linear	t-value
Observations	1673		1673	
Final log(L)	-3319,4163		-3428,0615	
D.O.F.	18		17	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,5881		0,5746	
ASC_Car	0,00000	(*)	0,00000	(*)
ASC_Bus	-1,44864	(-2,0)	-2,44658	(-7,1)
ASC_Train	0,47577	(0,8)	-0,64633	(-3,9)
ASC_Air	0,14991	(0,2)	-1,59334	(-4,8)
In vehicle time	-1,04351	(-14,1)	-0,01752	(-14,7)
Log_half headway	-0,46428	(-2,5)	0,00000	(*)
Linear half headway	-0,00037	(-0,1)	-0,00383	(-2,4)
Number of boarding s, train and air	-0,68046	(-5,3)	-0,82481	(-7,0)
Access/egress distance	-0,04442	(-9,7)	-0,03193	(-8,1)
Ink_02 cost	-0,11830	(-5,5)	-0,00647	(-6,1)
Ink_34 cost	-0,09289	(-5,0)	-0,00497	(-5,4)
Ink_56 cost	-0,09734	(-3,8)	-0,00390	(-3,1)
No cars in household, dummy for car	-3,18813	(-6,7)	-2,80808	(-7,0)
Dummy for woman, car	-1,37854	(-5,5)	-1,24804	(-6,0)
Stockholm county dummy	1,03000	(8,0)	1,26721	(10,0)
Gothenburg municipality dummy	1,02588	(3,7)	1,08245	(4,0)
Malmö municipality dummy	0,72252	(2,3)	0,79281	(2,5)
Number of work places	1,00000	(*)	1,00000	(*)
Logsum from zone to municipality	0,88847	(28,9)	0,86545	(29,4)
Logsum from municipality to mode	0,66764	(13,8)	0,84234	(12,7)
BC Time transformation parameter	0,20			
BC Cost transformation parameter	0,45			

Retrieving a BC transformation parameter from the lin/log half headway parameters gives a value of 0.18.

The nonlinear transformations improve the model with more than 100 log likelihood units.

The work trip frequency model is shown in table 8.

Table 8. Estimated parameters for trip frequency model for work trips

Name	Work trips	t-value
Observations	13882	
Final log(L)	-384,5718	
D.O.F.	12	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,9601	
Rho <sup>2</sup> (c)	0,0813	
Const_T	-5,97311	(-18,5)
Woman_T	-0,66906	(-2,1)
Inc_I	0,00143	(3,0)
Inc_I_0	1,42678	(3,9)
SNI_7	0,72519	(2,5)
SNI_4	1,11215	(3,2)
Lan_1	-1,24280	(-2,9)
Lan_14	-0,47223	(-1,1)
Lan_21	-0,89795	(-1,1)
Lan_3	0,72338	(1,9)
Lan_4	0,80381	(2,1)
Logsum	0,19477	(1,4)

Income is significant, as is a gender dummy for women, people working with building and trade (SNI\_4) and with leasing and travel activities (SNI\_7). County specific dummy variables also have an effect. The logsum variable has also an influence (if one is not too risk averse).

## Business trips

Also business trips were kept as one segment. For the mode and destination model, the estimated parameters for the BC transformed model and the linear counterpart are shown in table 9.

*Table 9. Estimated parameters for mode and destination choice for business trips*

Name	Nonlinear	t-value	Linear	t-value
Observations	2966		2966	
Final log(L)	-6634,0625		-6754,0156	
D.O.F.	30		26	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,5372		0,5288	
ASC1	0,00000	(*)	0,00000	(*)
ASC2	2,32983	(4,1)	2,03208	(4,7)
ASC3	1,05476	(2,0)	0,34572	(0,9)
ASC4	-0,68752	(-1,5)	-0,51373	(-2,0)
AAC	-0,02027	(-9,7)	-0,02088	(-10,1)
LogFW	-0,15770	(-1,4)	0,00000	(*)
LinFW	-0,00073	(-0,5)	-0,00187	(-2,4)
LogTT	-2,22811	(-13,8)	0,00000	(*)
LinTT	-0,00278	(-3,4)	-0,01654	(-30,7)
LogC_0	0,00000	(*)	0,00000	(*)
LinC_0	-0,00026	(-1,8)	-0,00046	(-3,4)
LogC_12	-0,47312	(-2,9)	0,00000	(*)
LinC_12	-0,00048	(-2,2)	-0,00116	(-7,7)
LogC_34	-0,47501	(-4,5)	0,00000	(*)
LinC_34	-0,00023	(-2,2)	-0,00085	(-9,7)
LogC_56	0,00000	(*)	0,00000	(*)
LinC_56	-0,00007	(-0,7)	-0,00021	(-2,3)
TNBAC	-0,00858	(-3,4)	-0,00985	(-3,7)
AgeT	0,36853	(2,5)	0,38546	(2,7)
LicenseT	-1,32277	(-3,5)	-1,23320	(-3,3)
CarNC	0,93076	(8,4)	0,87407	(8,1)
CNT	1,03118	(4,4)	1,03300	(4,4)
StaB	-1,03937	(-2,8)	-1,05277	(-2,8)
Psb	-4,20662	(-10,9)	-4,30410	(-11,0)
PSC	-2,69368	(-6,1)	-1,88110	(-4,8)
GenderC	-0,86040	(-5,2)	-0,83417	(-5,1)
GenderT	0,66705	(3,9)	0,55928	(3,3)
MLDT	-1,00669	(-8,0)	-0,75855	(-6,2)
LLDA	1,13591	(8,7)	0,85121	(6,7)
StoD	1,28675	(7,4)	1,27178	(7,4)
GotD	0,95524	(5,9)	0,88188	(5,5)
MalD	1,01832	(5,5)	1,04822	(5,6)
Size	1,00000	(*)	1,00000	(*)
Theta1	1,00000	(*)	1,00000	(*)
Theta2	0,83713	(45,7)	0,83794	(45,9)

Corresponding BC parameters are found in table 10

*Table 10 BC parameters retrieved from lin/log parameters*

Variable	BC parameter
Headway	0,56
Inv. time car	0,44
Inv. time p.t.	0,55
Cost_0	1
Cost_12	0,62
Cost_34	0,43
Cost_56	1

Interestingly, the lin/log parameters for in vehicle time car and public transport are the same. The reason for the BC parameters to differ is only that they have been retrieved for different ranges (the car range being shorter than the public transport range).

The BC transformed model implies an improvement by about 80 log likelihood units. Cost sensitivity is very low for the highest income classes (< 50 000 Euro per year). The trip frequency model is shown in table 11.

*Table 11. Estimated parameters for trip frequency model for business trips*

Name	Business tours	t-value
Observations	13882	
Final log(L)	-828,3162	
D.O.F.	12	
Rho <sup>2</sup> (0)	0,9139	
Rho <sup>2</sup> (c)	0,0665	
Const_T	-3,98652	(-27,5)
Woman_T	-0,60574	(-3,2)
AGE16_30	-0,71839	(-2,6)
SNI_8	-0,78607	(-3,0)
SNI_51	1,02617	(4,2)
SUN_4	0,85801	(3,3)
SUN_5	0,87834	(4,9)
SUN_6	1,03802	(2,0)
Lan_1	-0,98576	(-4,6)
Lan_12	-0,65720	(-2,0)
Lan_14	-0,56438	(-2,1)
Logs	0,17073	(3,2)

Business trip frequency is explained by gender and age, branch specific dummies, county specific dummies and the logsum from the mode and destination model.



## Elasticities

A course way of describing the effects of allowing nonlinearities would be to calculate the resulting elasticities. This has been done for the linear as well as the non linear versions for train in vehicle time. In table 12, these elasticities (own and cross elasticities) are reported together with the elasticities from current models. The elasticities do not include tour frequency effects (which would be from work and business tours only).

*Tabele 12 Sample enumeration elasticities*

Old		Car	Bus	Air	Train
	Business	0,13	0,17	0,14	-1,17
	Private/Work	0,06	0,10	0,13	-0,60
	Total	0,07	0,11	0,13	-0,73

New	Nonlinear models	Car	Bus	Air	Train
	Business	0,36	0,44	0,39	-1,48
	Private/Work	0,08	0,11	0,18	-0,59
	Work	0,32	0,41	0,33	-0,92
	Private	0,05	0,08	0,09	-0,46
	Total	0,12	0,13	0,27	-0,78

New	Linear models	Car	Bus	Air	Train
	Business	0,32	0,39	0,41	-1,36
	Private/Work	0,08	0,11	0,19	-0,57
	Work	0,28	0,37	0,39	-0,84
	Private	0,06	0,11	0,10	-0,50
	Total	0,12	0,15	0,30	-0,79

It can be seen from the table that the new nonlinear models that business tours own elasticities are larger than for the old model, and that they are about the same for work and private tours. For all trips, the elasticity is moderately higher. The cross elasticities are much higher for business tours, and are also higher for work and private tours. For all tours in total, the cross elasticities are 40 – 80 percent higher.

The differences between the old (linear) and the new nonlinear models can be due not only to nonlinearities, but also to the new data set. A comparison of the linear and nonlinear versions of models estimated on the new data set shows that the difference is quite small, and that the linear models are slightly more elastic.

But this is not the full picture. As said above, general elasticities are a very coarse measure of model performance. The above elasticities have been calculated using a 10 percent increase of the in vehicle train time (to be comparable to previous model elasticities). But the logit model is not constant elastic, and the effect of introducing the nonlinear functional form is much more marked for shorter in vehicle times. To illustrate this, the train in vehicle time elasticities have also been calculated for a 10 percent reduction of train in vehicle time as well as a 50 percent reduction. The results a presented in table xxx.

As can be seen from the table, in vehicle time reductions imply higher elasticities. This is more outspoken for the nonlinear model, which becomes more visible when larger reductions are used. This is also more relevant for high speed rail investment, where large reductions are the case. Using a 50 percent reduction of the in vehicle time instead of a 10 percent increase makes the elasticity increase by 56 to 95 percent in the nonlinear case, compared to 27 to 54 percent on the linear case.

Table 13

Work - Elasticities						
	Nonlinear			Linear		
Mode	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %
Car	0,32	-0,37	-0,52	0,28	-0,31	-0,37
Bus	0,41	-0,45	-0,62	0,37	-0,38	-0,42
Train	-0,92	1,07	1,51	-0,84	0,93	1,10
Air	0,33	-0,39	-0,55	0,39	-0,44	-0,55

Private - Elasticities						
	Nonlinear			Linear		
Mode	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %
Car	0,05	-0,06	-0,09	0,06	-0,07	-0,08
Bus	0,08	-0,09	-0,11	0,11	-0,09	-0,11
Train	-0,46	0,52	0,72	-0,50	0,54	0,64
Air	0,09	-0,10	-0,13	0,10	-0,16	-0,15

Business - Elasticities						
	Nonlinear			Linear		
Mode	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %	plus 10 %	minus 10 %	minus 50 %
Car	0,36	-0,44	-0,70	0,32	-0,37	-0,49
Bus	0,44	-0,55	-0,80	0,39	-0,45	-0,54
Train	-1,48	1,81	2,88	-1,36	1,59	2,10
Air	0,39	-0,48	-0,76	0,41	-0,49	-0,67

Table 14l Elasticities after implementation (train time)

Old		Car	Bus	Air	Train
	Business	0,13	0,17	0,14	-1,17
	Private/Work	0,06	0,10	0,13	-0,60
	Total	0,07	0,11	0,13	-0,73

New	After implementation	Car	Bus	Air	Train
	Business	0,34	0,36	0,35	-2,22
	Private	0,05	0,06	0,07	-0,46
	Work	0,23	0,26	0,23	-1,21
	Total	0,11	0,09	0,21	-0,95

## Model implementation

Two decisions have to be made. One is what model structure to use and the other one is what models to use. As HSR does not yet exist, we cannot use RP data to make the decision on what structure to use. For this decision we can only use previous experience and SC data analysis. The first Sampers version contained two train alternatives (InterCity trains and the X2000) in a nest common to all modes. There was no time to examine other mode nesting structures during the development of the first version. Later, tests on the mode nesting structure was carried out as part of a PhD project (Beser 2003). In this project, different structures were tested. The optimal structure was to group both train alternatives with car, and having air and bus as separate alternatives. The conclusion from the Stated Choice model is that there is no evidence that the two train alternative should be grouped together. The implementation work had to be done before the final estimation work was done, and therefore a single mode nest was adopted.

The models used have been described above. For HSR, an identical utility functions as for standard trains has been used.



## 14 Bilaga Elasticiteter

I denna bilaga återfinns elasticiteter för åktid samt reskostnad. Elasticiteterna har beräknats för tre olika förändringar – plus tio procent, minus tio procent samt minus 50 procent.

Tabell 13.1 Egen- och korselasticiteter för åktid med olika färdstätt

Plus 10 %		Car time				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,79	0,63	0,65	0,66	-0,27
	Business	-1,07	1,20	0,97	1,28	-0,32
	Private	-0,22	0,80	0,76	0,87	-0,01
	Total	-0,39	0,86	0,83	0,87	-0,08

Plus 10 %		Train time				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	0,23	-1,21	0,23	0,26	-0,11
	Business	0,34	-2,22	0,35	0,36	-0,09
	Private	0,05	-0,46	0,07	0,06	-0,01
	Total	0,11	-0,95	0,21	0,09	-0,03

Plus 10 %		Bus time				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	0,03	0,03	0,03	-1,66	-0,01
	Business	0,02	0,02	0,02	-2,80	0,00
	Private	0,03	0,03	0,03	-0,58	0,00
	Total	0,03	0,03	0,03	-0,73	0,00

Plus 10 %		Air time				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	0,03	0,03	-1,38	0,04	-0,02
	Business	0,10	0,13	-1,98	0,12	-0,03
	Private	0,01	0,01	-0,38	0,01	0,00
	Total	0,02	0,04	-1,14	0,01	-0,01

Tabell 13.2 Egen- och korselasticiteter för åktid med olika färdssätt

Minus 10 %	Car time	Car	Train	Air	Bus	Sum
		Work	0,74	-0,77	-0,80	-0,81
	Business	0,98	-1,61	-1,29	-1,73	0,37
	Private	0,19	-0,96	-0,88	-1,08	-0,02
	Total	0,36	-1,05	-1,03	-1,08	0,08

Minus 10 %	Train time	Car	Train	Air	Bus	Sum
		Work	-0,29	1,14	-0,28	-0,33
	Business	-0,47	1,88	-0,47	-0,49	0,11
	Private	-0,07	0,46	-0,08	-0,07	0,00
	Total	-0,15	0,94	-0,27	-0,11	0,03

Minus 10 %	Bus time	Car	Train	Air	Bus	Sum
		Work	-0,04	-0,04	-0,04	1,53
	Business	-0,03	-0,03	-0,02	2,36	0,01
	Private	-0,04	-0,04	-0,04	0,62	0,00
	Total	-0,04	-0,04	-0,03	0,78	0,00

Minus 10 %	Air time	Car	Train	Air	Bus	Sum
		Work	-0,04	-0,04	1,29	-0,05
	Business	-0,13	-0,16	1,76	-0,15	0,04
	Private	-0,01	-0,01	0,41	-0,01	0,00
	Total	-0,03	-0,05	1,14	-0,02	0,01

Tabell 13.3 Egen- och korselasticiteter för åktid med olika färdstätt

Minus 50 %		Car time				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	3,56	-6,78	-7,11	-7,09	1,90
	Business	4,11	-19,79	-15,87	-21,68	2,33
	Private	0,89	-7,51	-6,49	-9,73	-0,05
	Total	1,85	-9,05	-9,53	-9,78	0,66

Minus 50 %		Train time				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-2,65	4,99	-2,57	-2,92	0,93
	Business	-5,99	6,78	-5,85	-6,22	1,13
	Private	-0,51	2,61	-0,55	-0,50	-0,01
	Total	-1,24	4,62	-2,60	-0,81	0,30

Minus 50 %		Bus time				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,42	-0,45	-0,44	6,37	0,16
	Business	-0,41	-0,41	-0,36	8,13	0,09
	Private	-0,31	-0,30	-0,29	3,33	-0,01
	Total	-0,33	-0,35	-0,34	4,29	0,02

Minus 50 %		Air time				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,39	-0,37	5,66	-0,42	0,16
	Business	-1,38	-1,71	6,75	-1,65	0,44
	Private	-0,06	-0,07	2,39	-0,06	0,00
	Total	-0,26	-0,44	5,44	-0,14	0,09

Tabell 13.4 Egen- och korselasticiteter för reskostnad för olika färdstätt

Plus 10 % Car cost		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,46	0,40	0,41	0,42	-0,16
	Business	-0,21	0,28	0,21	0,30	-0,07
	Private	-0,14	0,53	0,54	0,60	0,00
	Total	-0,18	0,45	0,39	0,57	-0,03

Plus 10 % Train cost		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	0,12	-0,61	0,12	0,14	-0,06
	Business	0,10	-0,52	0,09	0,10	-0,02
	Private	0,08	-0,72	0,12	0,10	-0,01
	Total	0,08	-0,65	0,11	0,11	-0,02

Plus 10 % Bus cost		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	0,01	0,02	0,02	-0,67	-0,01
	Business	0,01	0,02	0,02	-0,67	-0,01
	Private	0,00	0,00	0,00	-0,49	0,00
	Total	0,03	0,04	0,04	-0,69	0,00

Plus 10 % Air cost		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	0,03	0,03	-1,29	0,04	-0,02
	Business	0,05	0,06	-0,93	0,07	-0,02
	Private	0,01	0,02	-1,10	0,02	0,00
	Total	0,02	0,03	-1,06	0,02	-0,01



Tabell 13.5 Egen- och korselasticiteter för reskostnad för olika färdstätt

Minus 10 %		Car cost				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	0,45	-0,45	-0,47	-0,48	0,17
	Business	0,22	-0,32	-0,24	-0,35	0,08
	Private	0,12	-0,62	-0,62	-0,66	-0,01
	Total	0,17	-0,52	-0,44	-0,64	0,02

Minus 10 %		Train cost				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,14	0,60	-0,14	-0,16	0,06
	Business	-0,11	0,53	-0,10	-0,12	0,03
	Private	-0,11	0,70	-0,14	-0,12	0,00
	Total	-0,11	0,65	-0,12	-0,12	0,01

Minus 10 %		Bus cost				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,01	-0,02	-0,02	0,66	0,01
	Business	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00
	Private	-0,05	-0,05	-0,05	0,73	0,00
	Total	-0,04	-0,03	-0,03	0,72	0,00

Minus 10 %		Air cost				
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,04	-0,04	1,19	-0,04	0,02
	Business	-0,06	-0,07	0,89	-0,08	0,02
	Private	-0,02	-0,03	1,07	-0,02	0,00
	Total	-0,03	-0,04	1,02	-0,03	0,00

Tabell 13.6 Egen- och korselasticiteter för reskostnad för olika färdsätt

Minus 50 %	Car cost					
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	2,24	-3,15	-3,30	-3,33	1,02
	Business	1,27	-2,24	-1,65	-2,49	0,50
	Private	0,67	-4,64	-4,52	-5,69	-0,04
	Total	0,93	-3,75	-3,02	-5,32	0,17

Minus 50 %	Train cost					
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,99	2,91	-0,96	-1,10	0,38
	Business	-0,79	2,72	-0,68	-0,83	0,18
	Private	-0,81	3,61	-1,03	-0,90	-0,01
	Total	-0,82	3,30	-0,87	-0,91	0,07

Minus 50 %	Bus cost					
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,11	-0,12	-0,12	3,22	0,05
	Business	-0,04	-0,04	-0,03	2,85	0,01
	Private	-0,39	-0,37	-0,38	3,88	-0,01
	Total	-0,31	-0,24	-0,19	3,79	0,00

Minus 50 %	Air cost					
		Car	Train	Air	Bus	Sum
	Work	-0,32	-0,30	5,13	-0,34	0,13
	Business	-0,44	-0,49	4,05	-0,57	0,13
	Private	-0,17	-0,22	4,84	-0,19	0,00
	Total	-0,22	-0,29	4,59	-0,22	0,03



WSP är ett globalt företag som erbjuder kvalificerade konsulttjänster för samhälle och miljö. Med drygt 250 kontor världen över och mer än 9 500 medarbetare är WSP ett av de största konsultföretagen i Europa och bland de tio största i världen. Verksamheten bedrivs huvudsakligen i Storbritannien och Sverige, men också i övriga Europa, USA, Afrika och Asien.

I Sverige är WSP ett rikstäckande konsultföretag med ca 1900 medarbetare. Verksamheten bedrivs inom följande affärsområden: WSP Analys & Strategi, WSP Byggprojektering, WSP Environmental, WSP International, WSP Management, WSP Samhällsbyggnad och WSP Systems.