

TSJ
2019-2258

Resandeflöden på Sveriges järnvägsnät

Analys av utbud och efterfrågan på tågresor

© Transportstyrelsen

Väg och järnväg
Enhet Trafikant

Rapporten finns tillgänglig på Transportstyrelsens webbplats www.transportstyrelsen.se

Dnr/Beteckning TSJ 2019-2258
Författare Jonathan Sundin
Månad År April 2019

Eftertryck tillåts med angivande av källa.

1 Förord

Järnvägsgruppen vid KTH har fått i uppdrag av Transportstyrelsen att utveckla en metod för att beskriva efterfrågan på tågresor i Sverige. Järnvägsgruppens arbete har resulterat i den rapport som återfinns som bilaga. Vidare har Transportstyrelsen sett det som relevant att lyfta ett antal observationer som görs i rapporten. Dessa tas upp i den inledande delen. De slutsatser som dras står för Transportstyrelsen.

Rapporten är en del av Transportstyrelsens marknadsövervakning avseende persontransporter på järnväg.

Borlänge, April 2019

Åsa Berglind
Sektionschef, Strategisk analys

Innehåll

2	BAKGRUND	5
3	UTBUD OCH EFTERFRÅGAN	6
3.1	Stora skillnader i turtäthet mellan olika trafiksystem.....	6
3.2	Belägningsgraden varierar mellan och inom olika trafiksystem	6
3.3	Resenärer färdas snabbare än tågen	7
4	RESANDEFLÖDEN	8
4.1	Störst resandeflöden där utbudet är konkurrenskraftigt och resandeunderlaget stort.....	8
4.2	Värdering av pris och utbud varierar beroende på syftet med resan	9
4.3	Andelen som tar tåget till och från jobbet är högre i storstadslänen	9
4.4	Långväga resandeflöden domineras av privatresor	10
4.5	Tåg och flyg konkurrerar om de långväga resenärerna	10
4.6	Tåg och flyg riktar delvis in sig mot olika segment på marknaden	12
5	AVSLUTANDE REFLEKTION	12
6	BILAGA	13

2 Bakgrund

Transportstyrelsen har under ett antal år arbetat tillsammans med Järnvägsgruppen vid KTH i syfte att analysera utvecklingen på marknaden för persontransporter på järnväg. Järnvägsgruppen har under årens lopp samlat in en rad olika uppgifter kopplade till pris och utbud för ett stort antal järnvägsrelationer i Sverige. Följaktligen finns det en detaljerad beskrivning av hur utbudet av tågtrafik ser ut. Däremot saknas en motsvarande beskrivning av hur efterfrågan på tågtrafik ser ut. Sådana uppgifter har enbart funnits på aggregerad nivå och för vissa delmarknader. Syftet med det här uppdraget är därför att utveckla en metod för att bättre kunna beskriva efterfrågan på regionala och interregionala tågresor.

Det finns mycket att vinna på att kunna ge en mer detaljerad beskrivning av efterfrågan på tågtrafik. Genom att relatera förändringar i utbudet till förändringar i efterfrågan kan vi skapa en bättre förståelse för samspelet däremellan och få en mer fullständig bild av hur marknaden fungerar. Det är i sin tur en förutsättning för att förstå effekter av förändringar i utbudet och i förlängningen för att kunna ta fram relevanta underlag, exempelvis vid utredningar av olika styrmedel i trafiken.

3 Utbud och efterfrågan

3.1 Stora skillnader i turtäthet mellan olika trafiksystem

Tågtrafiken kan kategoriseras på olika sätt. Ett av dessa sätt är att dela in den i lokala, regionala, storregionala och kommersiella trafiksystem. Till den lokala trafiken räknas bland annat SL:s pendeltågstrafik, till den regionala trafiken räknas bland annat Krösatågen och till den storregionala trafiken räknas bland annat Öresundstågen. Alla dessa system är upphandlade. Den kommersiella trafiken bedriver operatörerna själva utan subventioner. Hit räknas bland annat den snabbtågstrafik SJ och MTR bedriver mellan Stockholm och Göteborg.

Utbud kan både mätas i termer av körd sträcka (tågkilometer) och antal avgångar (turtäthet). Mätt i termer av körd sträcka uppgick det totala utbudet 2016 till cirka 122 miljoner tågkilometer, varav:

- den lokala trafiken utgjorde 22 procent,
- den regionala trafiken utgjorde 18 procent,
- den storregionala trafiken utgjorde 32 procent och
- den kommersiella trafiken utgjorde 28 procent.

Resor inom de storregionala och kommersiella trafiksystemen är generellt längre än resor inom de lokala och regionala trafiksystemen. Som ett exempel på detta kan nämnas att den genomsnittliga linjelängden inom den kommersiella trafiken är cirka 50 mil, medan motsvarande för den lokala trafiken är cirka fem mil. En resa inom den kommersiella trafiken genererar således fler tågkilometer än en resa inom den lokala trafiken. Vidare förekommer också skillnader i turtäthet mellan de olika trafiksystemen:

- inom den lokala trafiken går cirka 1 645 turer per dag,
- inom den regionala trafiken går cirka 800 turer per dag,
- inom den storregionala trafiken går cirka 700 turer per dag och
- inom den kommersiella trafiken går cirka 240 turer per dag.

Turtätheten är således högst inom den lokala trafiken och lägst inom den kommersiella trafiken. För varje avgång inom den kommersiella trafiken går det cirka 7,5 avgångar inom den lokala trafiken.

3.2 Beläggningsgraden varierar mellan och inom olika trafiksystem

De stora skillnaderna i turtäthet mellan trafiksystemen beror bland annat på att de har olika funktioner. De tre förstnämnda bedrivs av regionala

kollektivtrafikmyndigheter och har bland annat till syfte att upprätthålla en hög tillgänglighet inom den regionala kollektivtrafiken. Genom att erbjuda en hög turtäthet kan också en hög tillgänglighet uppnås. En hög turtäthet innebär dock att efterfrågan sprids på fler turer varför det många gånger inte är förenligt med den kommersiella trafiken och dess strävan efter att maximera den företagsekonomiska vinsten. Genom att erbjuda en lägre turtäthet går det att upprätthålla en högre och mer kommersiellt gångbar belägningsgrad.

Nedan ser vi hur den genomsnittliga belägningsgraden varierar mellan olika trafiksystem:

- den lokala trafiken har en belägningsgrad på 25 procent,
- den regionala trafiken har en belägningsgrad på 40 procent,
- den storregionala trafiken har belägningsgrad på 35 procent och
- den kommersiella trafiken har en belägningsgrad på 50 procent.

Den högsta belägningsgraden återfinns inom den kommersiella trafiken. I genomsnitt är ett tåg som körs kommersiellt halvfullt. Det bör nämnas att variationerna mellan olika linjer är stora. Exempelvis har SJ:s och MTR:s snabbtåg mellan Stockholm och Göteborg en genomsnittlig belägningsgrad på närmare 70 procent.

Den lägsta belägningsgraden återfinns inom den lokala trafiken. Även här är det viktigt att beakta de variationer som förekommer längs linjen, men också de variationer som förekommer vid olika tider på dygnet. Dessa medför att skillnaden mellan den genomsnittliga belägningsgraden och den faktiska belägningsgraden kan vara stor. Särskilt tydlig är differensen inom Stockholmsregionen. Som exempel kan vi titta på pendeltågen mellan Bålsta-Stockholm-Nynäshamn. Dessa har generellt låg belägningsgrad vid start. Belägningsgraden ökar sedan successivt för att vara som högst i centrala Stockholm. Vid rusningstid är det regel snarare än undantag att tågen är mer än fullsatta när de anländer till Stockholm. Koncentrationen av resor till vissa linjer och vissa tider på dygnet ger således en låg genomsnittlig belägningsgrad trots att de flesta reser i fullsatta tåg.

3.3 Resenärer färdas snabbare än tågen

Hur belägningsgraderna varierar mellan olika trafiksystem, olika tider på dygnet och olika delar av resan går att synliggöra genom att ställa medelhastigheten dels för tågen, dels för resenärerna, i relation till varandra. Inom den kommersiella trafiken är medelhastigheten för resenärer högre än medelhastigheten för tåg. På sträckan mellan Stockholm och Malmö har tågen en medelhastighet på 130 kilometer i timmen och resenärerna en medelhastighet på 140 kilometer i timmen. Att tågen håller olika hastighet

kan bero på hur många stopp som görs eller hur snabbt tågen får köra. Resenärer inom den kommersiella trafiken tenderar att värdera restid högt och väljer därför i större utsträckning att resa med de snabba tågen. Det innebär att de snabba tågen har en högre belägningsgrad än de långsamma tågen, vilket visar sig i att den genomsnittliga hastigheten för resenärer är högre än den för tåg.

Det motsatta förhållandet gäller inom den lokala trafiken, det vill säga: medelhastigheten för resenärer är lägre än medelhastigheten för tåg. Om vi återigen låter Bålsta-Stockholm-Nynäshamn statuera exempel ser vi att tågen har en medelhastighet på 65 kilometer i timmen och resenärerna på 60 kilometer i timmen. Till följd av längre avstånd mellan stationerna går tågen som snabbast vid ändpunkterna. Med andra ord går tågen som snabbast när belägningsgraden är som lägst. Samtidigt är avstånden mellan stationerna kortare och tågen går långsammare i de centrala delarna av Stockholm. Följaktligen reser majoriteten av alla resenärer med pendeltågen på den del av linjen där hastigheten är som lägst.

4 Resandeflöden

4.1 Störst resandeflöden där utbudet är konkurrenskraftigt och resandeunderlaget stort

2016 uppgick transportarbetet producerat av tågtrafiken till cirka 12,8 miljarder personkilometer. Med hjälp av den modell Järnvägsgruppen utvecklat har dessa fördelats på järnvägsnätet i form av resandeflöden. Dessa har sedan separerats utifrån avstånd och huruvida resorna går att se som kort- eller långväga. De kortväga resorna definieras som resor kortare än 100 kilometer. Hit räknas framförallt resor inom de lokala och regionala trafiksystemen. De långväga resorna definieras som resor längre än 100 kilometer. Hit räknas framförallt resor inom de kommersiella trafiksystemen, men också vissa storregionala system.

Generellt går det att se en koncentration av resandeflödena till relationer med ett konkurrenskraftigt utbud och ett stort resandeunderlag. Vi kan konstatera att:

- De största kortväga resandeflödena finns inom storstadsregionerna, samt mellan städer som ligger nära varandra och har goda förbindelser.
- De största långväga resandeflödena finns mellan storstadsregionerna och längs norrlandskusten.

Dessa konstateranden kommer knappast som en överraskning. Förutsättningarna för att kunna bedriva en attraktiv kollektivtrafik varierar

mellan olika delar av landet. Inom och mellan storstadsregionerna finns ett resandeunderlag som gör det möjligt att tillhandahålla ett attraktivt utbud i form av väl utbyggda pendel-, regional- och snabbtågssystem. Det bidrar till att etablera tåget som ett konkurrenskraftigt alternativ gentemot bilen vid korta resor och gentemot flyget vid långa resor. Med ett mindre resandeunderlag är det många gånger inte lika motiverat att tillhandahålla ett lika attraktivt utbud. Det bidrar till att göra tåget mindre konkurrenskraftigt i förhållande till andra transportsätt, något som också reflekteras i de mindre utbredda resandeflödena.

4.2 Värdering av pris och utbud varierar beroende på syftet med resan

Vidare har resandeflödena separerats utifrån syftet med resan. Det finns underliggande skillnader i värderingen av pris och utbud mellan olika resenärskategorier som är viktiga att ta hänsyn till i analysen. Vi har delat in de kortväga resorna i privat-, tjänste- och arbetsresor och de långväga resorna i privat- och tjänsteresor. Med privatresor avses resor som sker på fritiden, med tjänsteresor avses resor som sker inom tjänsten och med arbetsresor avses resor som sker till och från arbetet. Exempel på hur dessa kan skilja sig åt är att tjänste- och arbetsresenärer värderar restid högre än privatresenärer, som i sin tur värderar lågt pris högre än tjänste- och arbetsresenärer. Det får till effekt att tjänsteresenärer i större utsträckning reser med de snabba tågerna och privatresenärer i större utsträckning reser med de billiga tågerna.

4.3 Högre andel tar tåget till och från jobbet i storstadslänen

Genom att studera de kortväga resandeflödena utifrån syftet med resan kan vi konstatera att:

- det största flödet av arbetsresor finns inom storstadsregionerna samt mellan städer som ligger nära varandra och har goda förbindelser,
- det största flödet av privatresor finns inom storstadsregionerna samt mellan städer som ligger nära varandra och har goda förbindelser, och att
- det största flödet av tjänsteresor finns inom storstadsregionerna.

Det finns en tydlig koncentration av de kortväga resandeflödena till storstadslänen Stockholm, Västra Götaland och Skåne. Ungefär 80 procent av alla kollektivtrafikresor görs inom dessa län. Strukturen på privat-, arbets- och tjänsteresorna ser olika ut i olika delar av landet. Exempelvis tenderar arbetsresor inom Mälardalsregionen att ske över längre avstånd än i övriga delar av landet. Vid sidan om pendeltågsområdena finns ett utbrett flöde av arbetsresor mellan Stockholm samt Uppsala, Västerås och

Enköping. I kontrast avtar andelen arbetsresor i Västra Götaland och Skåne snabbt bortom pendeltågsområdena. I norra Sverige är privatresor dominerande. Ett relativt stort flöde av arbetsresor går dock att observera mellan Örnsköldsvik och Umeå.

Generellt är andelen arbetsresor i förhållande till andelen privatresor högre i de befolkningsrika delarna av landet. I Stockholm, Göteborg och Malmö sker arbetsresor i lika stor omfattning som privatresor. Detta följer av att vid de största städerna återfinns också de största arbetsmarknaderna. SKL klassificerar, i sin kommungruppsindelning, nästan samtliga kommuner i Stockholms län som pendlingskommun nära storstad. En stor del av kommunerna i Västra Götaland och Skåne erhåller samma klassificering.¹ Det innebär att storstadskommunerna Stockholm, Göteborg och Malmö har stor inpendling från intilliggande kommuner i sina respektive regioner. I kontrast är arbetspendlingen mindre utbredd i delar av landet där förutsättningarna för regionförstoring varit sämre och olika lokala arbetsmarknader inte integrerats med varandra.

4.4 De långväga resandeflödena domineras av privatresor

Studerar vi de långväga resandeflödena kan vi konstatera att:

- det största flödet av privatresor finns mellan storstadsregionerna och längs norrlandskusten, och att
- det största flödet av tjänsteresor finns mellan storstadsregionerna.

En stor del av de långväga resandeflödena utgörs av privatresor. Som allra mest utbredda är dessa mellan storstadsregionerna. De långväga tjänsteresorna är vanligast mellan Stockholm och Göteborg, men förekommer också i viss mån mellan Stockholm och Malmö samt mellan Göteborg och Malmö.

4.5 Tåg och flyg konkurrerar om långväga resenärer

Till skillnad från den kortväga tågtrafiken bedrivs den långväga tågtrafiken delvis i konkurrens med flygtrafiken. Det finns en intermodal konkurrens bland annat mellan Stockholm och Göteborg, Stockholm och Malmö samt Stockholm och Sundsvall. Som allra störst är den mellan Stockholm och Göteborg, där det 2017 gick 34 tågturer samt 32 flygturer per riktning och dag.

Restid är en av de mest avgörande beslutsfaktorerna för resenärer (i större utsträckning för tjänsteresenärer än för fritidsresenärer) i valet mellan att resa med tåg eller flyg. Tåget är generellt det snabbare alternativet på sträckor upp till 450 kilometer. 450 kilometer motsvarar en restid på cirka

¹ SKL Kommungruppsindelning 2017

tre timmar, vilket är den tid som krävs för att flyget ska kunna kompensera för terminaltid samt transporten till och från flygplatsen.² Vid resor längre än 450 kilometer är flyget således det snabbare alternativet. Genom att studera hur tågoperatörernas prissättningsstrategier varierar mellan olika relationer går det att få närmare insikt i konkurrensytan mellan tåg och flyg.

Sträckan mellan Stockholm och Malmö mäter cirka 600 kilometer. Inklusiv anslutningstid har det snabbaste flyget en restid på 3 timmar och 10 minuter. Motsvarande för snabbaste tåg är 4 timmar och 40 minuter. Sett ur ett restidsperspektiv kan tåget således inte konkurrera om de resenärer som reser mellan ändpunkterna. Detta reflekteras också i biljettpriset, som ökar i proportion till avståndet upp till 450 kilometer för att sedan plana ut när avståndet ökar ytterligare. När resan sker över sådana avstånd att tåget inte längre kan konkurrera ur ett restidsperspektiv tvingas de således hålla ett lägre pris per tågakilometer för att åtminstone locka de mer priskänsliga resenärerna.

Vad som utgör en relevant marknad för respektive trafikslag bestäms också av flygplatserna och hur de är lokaliserade i förhållande till startpunkt och slutdestination. Detta går bland annat att se exempel på längs sträckan mellan Göteborg och Stockholm. I sin helhet mäter sträckan ungefär 450 kilometer. Inklusiv anslutningstid har det snabbaste flyget en restid på 2 timmar och 50 minuter. Det snabbaste tåget har en restid på 3 timmar och 10 minuter. Sett ur ett restidsperspektiv kan tåget således konkurrera med flyget längs hela sträckan. Detta till trots avtar biljettpriset redan efter 400 kilometer, vilket innebär att det är dyrare att ta tåget från Göteborg till Södertälje än från Göteborg till Stockholm.

Det här följer av att Bromma och Arlanda flygplats ligger närmare Stockholm än Södertälje. Låt oss säga att vi ska resa från Göteborg till Södertälje. Om vi tar flyget involverar resan flera olika steg: från hemmet till Landvetter, från Landvetter till Arlanda och slutligen från Arlanda till Södertälje. Utöver de 2 timmar och 50 minuter det tar att resa till Stockholm måste vi spendera ytterligare 45 minuter i kollektivtrafiken för att nå slutdestinationen. Om vi istället rest med tåg hade resan involverat färre steg: från hemmet till närmaste station och slutligen vidare mot stationen i Södertälje. Med tåg anländer vi till Södertälje 45 minuter tidigare än med flyg. Följaktligen är tåget mer konkurrenskraftigt vid resor mellan Göteborg och Södertälje än mellan Göteborg och Stockholm, varför det också är möjligt för operatörerna att ta ut ett högre biljettpris.

² Tranaportstyrelsen 2015 Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2015

4.6 Tåg och flyg riktar delvis in sig mot olika segment på marknaden

Av exemplen ovan framgår att tåg och flyg inte bara konkurrerar med varandra utan också kompletterar varandra. Som vi tidigare kunnat se tenderar tågoperatörerna att hålla ett lägre biljettpris per tåtkilometer när tåget inte längre är det snabbare alternativet och således inte kan konkurrera ur ett restidsperspektiv. Det innebär att tåget och flyget till viss del riktar in sig mot olika segment av marknaden: där tåget framförallt tillgodoser behovet av billiga (men långsamma) privatresor och flyget framförallt tillgodoser behovet av snabba (men dyra) tjänsteresor. Att tåget och flyget delvis hittat egna målgrupper reflekteras också i hur utbudet varierar mellan olika veckodagar. Samtidigt som tåget tillhandahåller ett utbud som är jämnt spritt över veckan (och som därmed både tillgodoser tjänste- och privatresenärerna) tillhandahåller flyget ett utbud tydligt riktat mot vardagarna (och som därmed framförallt tillgodoser tjänsteresenärerna).

5 Avslutande reflektion

Resultaten enligt den modell Järnvägsgruppen utvecklat visar att det regionala resandet är störst inom storstadsregionerna och det interregionala resandet är störst mellan storstadsregionerna. Sammantaget går det att se att resandeflödena är koncentrerade till linjer med ett konkurrenskraftigt utbud och ett stort resandeunderlag. Studerar vi tågtrafiken över tid kan vi konstatera att utbudet och efterfrågan ökat i samma takt och att förbättringar av utbudet varit en förutsättning för den resandeutveckling som observerats sedan tidigt 1990-tal. De investeringar som då gjordes i nya banor och snabbare tåg möjliggjorde bland annat snabbtågstrafiken och lade grunden för utbyggnaden av regional- och pendeltågssystemen.

Att använda utbudet som ett medel för att öka efterfrågan har dock sina begränsningar. Det faktum att infrastrukturen mer eller mindre är konstant sätter gränser för hur mycket utbudet kan öka. Under samma period som antalet tåg dubblerats har längden på järnvägsnätet i stort sett varit oförändrat. Det går således dubbelt så många tåg per kilometer bana idag jämfört med 1990. Så länge kapaciteten är konstant kommer det behöva göras en avvägning mellan utbud och trängsel. För varje ny avgång som planeras blir marginalerna i tågplanen mindre och känsligheten mot störningar större, vilket gör det svårare att upprätthålla en hög punktlighet. Att tåg avgår och anländer i tid är viktigt för att upprätthålla förtroendet för järnvägen och för att människor ska välja att resa med tåg. I förlängningen finns det därför risk för att strävan efter att öka tågets konkurrenskraft genom fler avgångar och kortare restid i själva verket minskar tågets konkurrenskraft.

6 Bilaga

Innehållsförteckning

Förord	6
Sammanfattning	7
1 Inledning	11
1.1 Bakgrund.....	11
1.2 Syfte.....	12
1.3 Metod.....	12
1.4 Avgränsning.....	12
2 Metodbeskrivning	13
2.1 Olika metoder att beräkna efterfrågan.....	13
2.2 Systembeskrivning.....	15
2.3 Prognosverket Visum.....	17
2.4 Matriser över efterfrågan.....	22
2.5 KTH:s register över utbud och priser.....	23
2.6 Fordonsregister och produktfaktorer.....	24
2.7 Fördelning på linjer och färdvägar.....	25
3 Utbud och priser	26
3.1 Det svenska järnvägsnätet.....	26
3.2 Järnvägens produkter och trafiksystem.....	27
3.3 Utbud av persontrafik.....	29
3.4 Priser och prisfunktioner.....	32
4 Databaser	38
4.1 Data över resandet.....	38
4.2 Trafikverkets register.....	39
4.3 Fordonsdatabasen.....	40
4.4 Tågdata.....	41
4.5 Komfortfaktorer.....	42
4.6 Kalibrering av utbudsdata.....	46
4.7 Kalibrering av resandeflöden.....	48
5 Resandeflöden på järnvägsnätet	50
5.1 Det totala långväga och regionala tågresandet.....	50
5.2 Fördelning på ärenden.....	56
5.3 Resandet i olika regioner.....	61
5.4 Järnvägens effektivitet.....	65

6	Analys av järnvägsystemet	70
6.1	Fördelning på trafiksystem	70
6.2	Fördelning på produkter.....	75
6.3	Fördelning på linjer.....	79
6.4	Diskussion och slutsatser.....	83
	Litteratur	86
	Rapportserien utbud och priser från KTH	87

Förord

KTH Järnvägsgruppen har successivt tagit fram en databas över utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige. De senaste åren har även data för flyg och långväga busstrafik samlats in. Utvecklingen beskrivs i rapporten "Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige" den senaste för 1990-2017. Projektet har sedan 2015 finansierats helt av Transportstyrelsen.

Genom utbudsdaten finns en detaljerad beskrivning av hur utbudet av tåg, flyg och buss ser ut. Däremot saknas detaljerad information av efterfrågan. Syftet med detta projekt "Resandeflöden" är att ta fram data så att efterfrågan av tågtrafik kan beskrivas på ett bättre sätt. Detta är ett första steg där metod och verktyg utvecklas för järnväg. Därefter är målsättningen att även resandeflöden för flyg, buss och bil ska tas fram med samma metod så att en helhetsbild av transportsystemet skapas.

Kontaktman för Transportstyrelsen för detta projekt har varit Johan Brandström (till maj 2018) och Jonathan Sundin. Arbetet har genomförts av KTH Järnvägsgrupp vid avdelningen för transportplanering, ekonomi och teknik. Josef Andersson har svarat för metodutveckling för att ta fram tidtabellsdata från Samtrafiken och Trafikverket och implementerat dessa i Visum. Bo-Lennart Nelldal har tagit fram indata över fordon och priser och bearbetat data samt författat denna rapport. Projektledare vid KTH var Per Näsman till 2018 och Oskar Fröidh fr.o.m. februari 2018. Författarna svarar själva för slutsatserna i rapporten.

Stockholm i augusti 2018

Bo-Lennart Nelldal

Professor emeritus

Sammanfattning

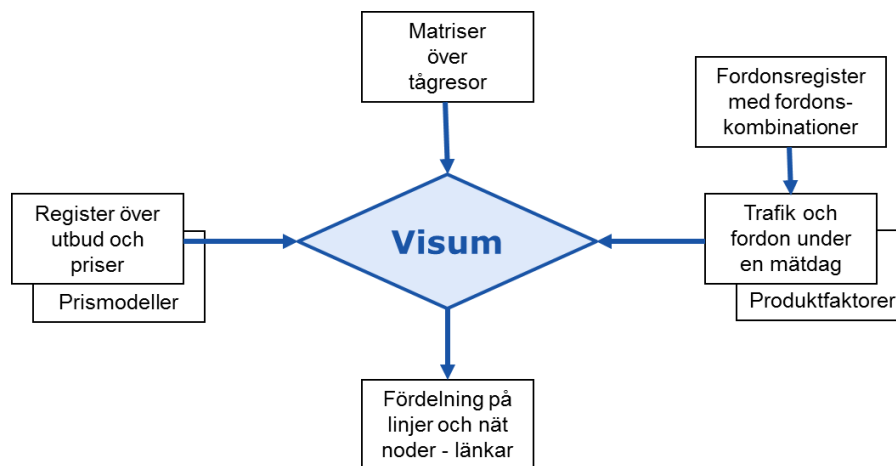
Genom den utbudsdata som KTH:s Järnvägsgrupp successivt har byggt upp finns en detaljerad beskrivning av hur utbudet av tåg, flyg och buss ser ut och också tidsseriedata för perioden 1990-2017. Däremot saknas detaljerad information av efterfrågan. Syftet med projektet "Resandeflöden" är att ta fram data så att efterfrågan av tågtrafik kan beskrivas på ett bättre sätt. Den metod som utvecklas innefattar följande steg, se även figur 1:

- Matriser över interregionala och regionala tågresor från Sampers för 2014.
- KTH utbudsregister över alla avgångar med persontåg som hämtas direkt från Samtrafiken under en mättdag.
- Ett register från Trafikverket över alla avgångar under en mättdag med uppgifter om vilka fordon och tågsätt som använts i trafiken. Detta register har kompletterats av KTH med ett fordonsregister och produktfaktorer som beskriver tågens standard.
- Utbud och priser samt fordon med komfortfaktorer är indata när resorna mellan olika områden fördelas på linjer och järnvägsnätet.
- Verktuget Visum används för fördelning av resandeflöden på färdvägar, linjer och tåg i förhållande till generaliserad kostnad med hänsyn till restid, turtäthet, komfort och pris för resan.
- Utbud och resande beräknas under en mättdag som sedan räknas upp till 2016 och årsvärden och nyckeltal för trafiksystem, produkter och linjer beräknas.

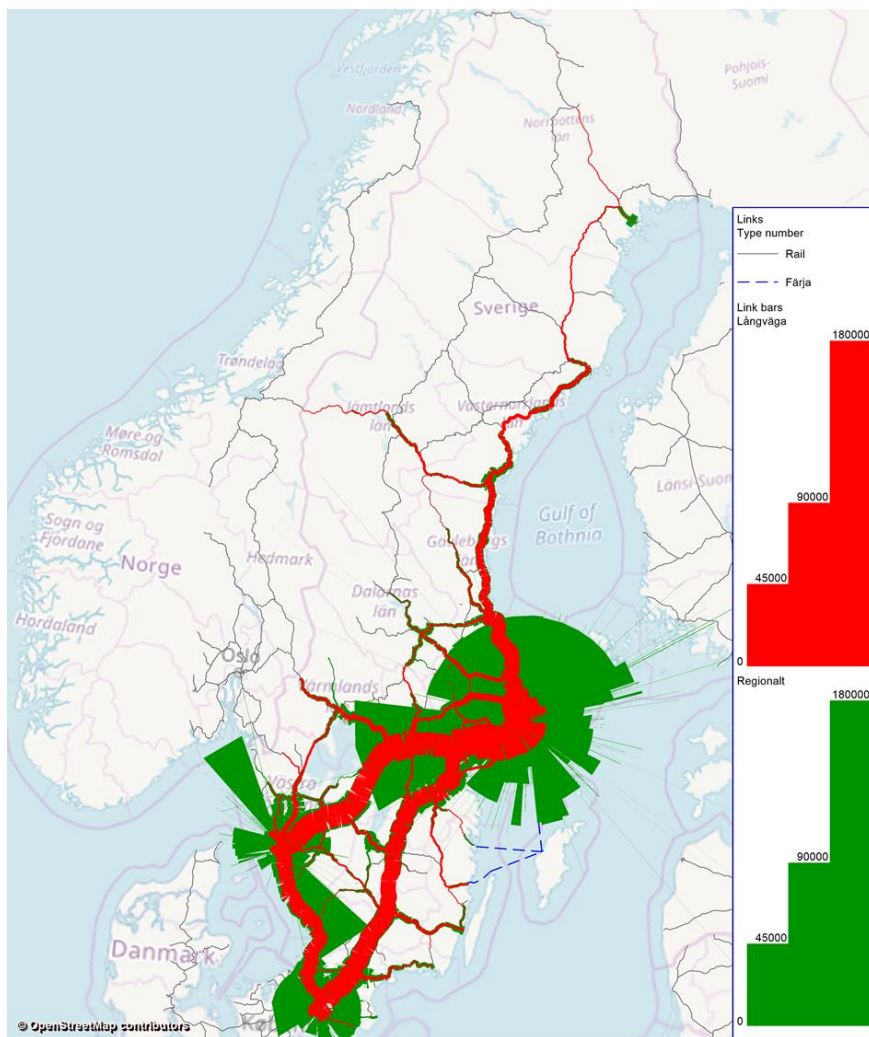
Figur 2 visar det totala resandet med tåg i Sverige fördelat på järnvägsnätet. De röda banden är långväga resor över 100 km och de gröna banden som ligger utanpå de långväga resorna är regionala resor. Man ser att de största långväga flödena är mellan Stockholm och Göteborg. Det är också den största ändpunktsmarknaden och flödet är ganska jämntjockt över linjen. Den näst största marknaden för långväga resor är mellan Stockholm och Malmö. Denna sträcka är längre så antalet personkilometer är ungefär lika stort men denna linje består av fler mellanmarknader.

När det gäller de regionala resorna så syns tydligt det omfattande resandet omkring storstäderna Stockholm, Göteborg och Malmö. Därutöver finns omfattande regionalt resande i Östergötland, Värmland och i Norrland på Botniabanan och längs stambanorna. På Stockholm–Västerås–Örebro och Stockholm–Eskilstuna–Örebro förekommer både långväga och regionala resor.

Andra stråk med omfattande totala resandeflöden är Väst kustbanan mellan Göteborg och Malmö och Ost kustbanan från Stockholm och norrut mot Sundsvall–Umeå. Norr om Göteborg minskar dock resandet kraftigt efter Trollhättan mot Oslo beroende på ett dåligt utbud där. På Ost kustbanan minskar resandet ju längre norrut man kommer men ökar längs Botniabanan mellan Sundsvall och Umeå.



Figur 1: Prognossystemet för fördelning på järnvägsnätet bygger på att utbud och efterfrågan bearbetas i verktyget Visum med hjälp av ett register över all persontrafik under en mättdag.



Figur 2: Långväga och regionala resor per vardagsmedeldygn. Långväga resor > 10 mil är röda regionala resor är gröna. Källa: Total matris från Sampers 2014 uppräknad till 2016.

Trafikstruktur

Man kan se ett tydligt mönster i trafikstrukturen. De kommersiella systemen (snabbtåg, Intercity och nattåg) har långa linjer och huvudsakligen långväga resenärer som i större utsträckning åker med de snabbaste tågen i ändpunktsrelationer. Turtätheten är relativt låg. Medelbeläggningen blir därmed hög vilket är en förutsättning för att tågtrafiken ska kunna bedrivas kommersiellt.

Motsatsen är pendeltågssystemen som går från förorter in mot centrum. Resenärerna kliver på succesivt längs linjen, tågen är ofta fulla när de kommer till centrum och går sedan nästan tomma i andra riktningen. Det ger en låg beläggning och i kombination med en låg taxa är det nästan omöjligt att bedriva dessa tåg kommersiellt.

De regionala systemen består av en blandning av dieseltåg på sidolinjer och snabba regionaltåg på huvudlinjer med både arbetsresor och matarresor till interregionala tåg. Det är mindre tåg och beläggningen blir högre än i pendeltågssystemen då resorna ofta är jämnare fördelade över linjen. Eftersom det är mindre tågenheter och låg, subventionerad taxa och relativt hög turtäthet i RKTMs regi är de mycket svåra att driva kommersiellt.

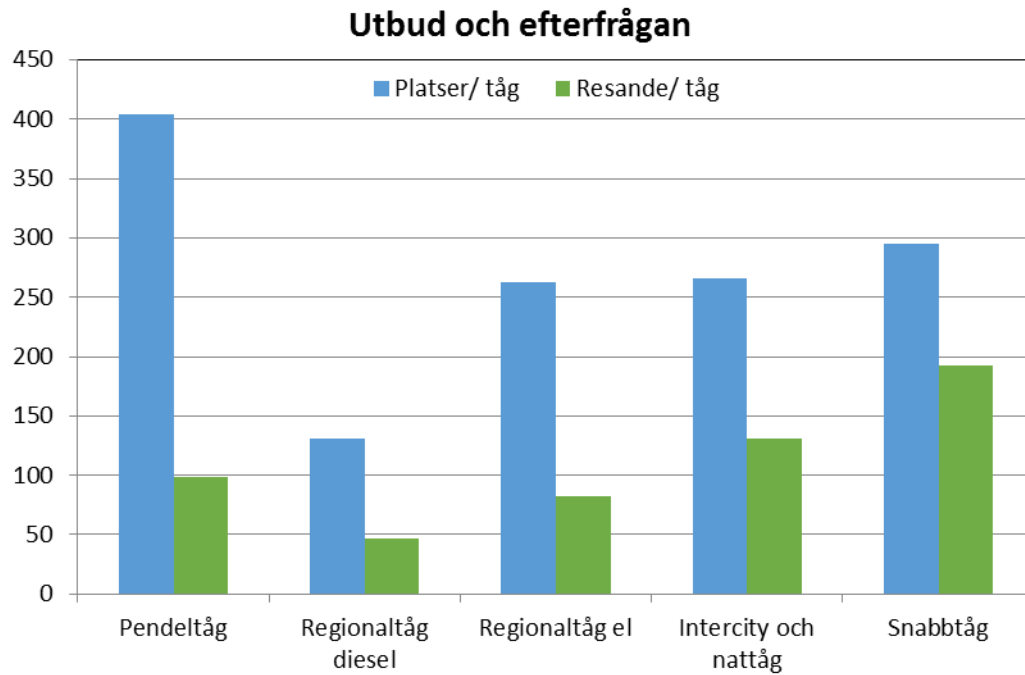
De storregionala tågen är relativt nya system. De är relativt snabba och går på längre sträckor vilket gör att de attraherar både långväga och regionala resenärer. De har ibland bedrivits som kommersiell trafik av SJ men har tagits över av regionala kollektivtrafikmyndigheter (RKTMs). De har en viktig funktion i den regionala utvecklingen och RKTMs vill ha ett relativt jämt och högt utbud som också är stabilt över tiden. Om man också vill ha en mer samhällsekonomiskt inriktad taxa blir de svåra att driva kommersiellt.

Slutsatser

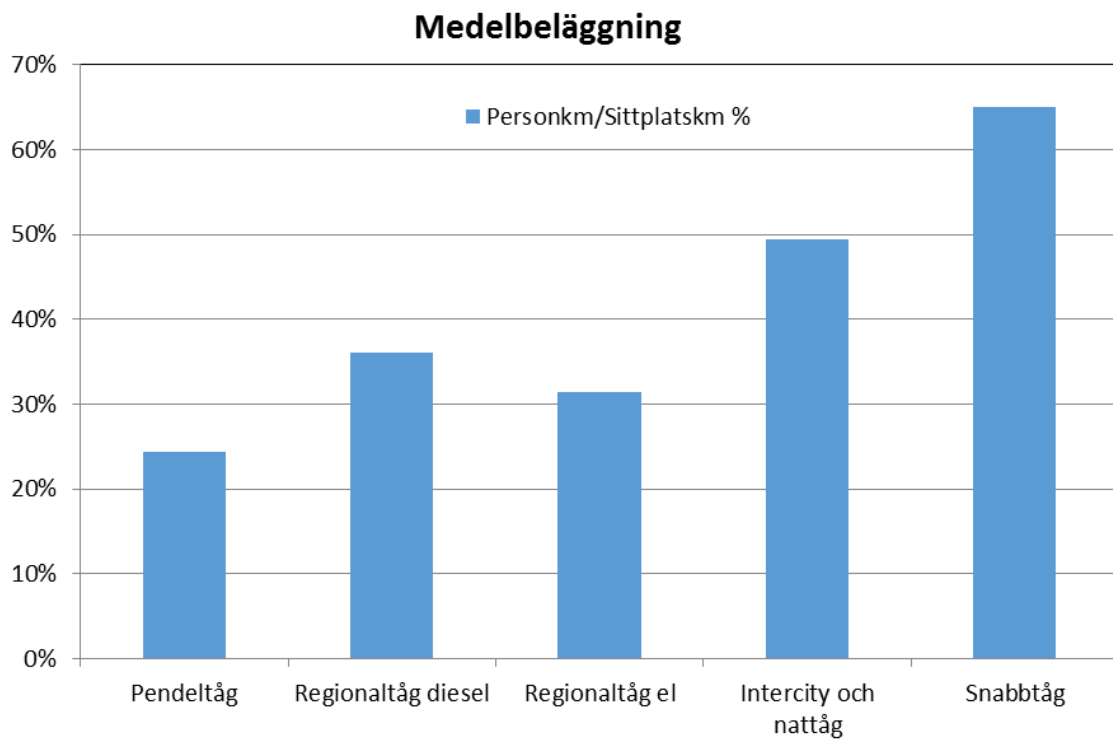
Genom att kombinera efterfrågedata med detaljerade utbudsdata och går det att få en bra bild över persontrafiken på järnväg i Sverige. Kompletterat med databaser över trafik- och fordon under en mättdag kan man beräkna nyckeltal och dygnsvärden kan skrivas upp till årsvärden. Tågtrafiken i Sverige kan då beskrivas t.ex. i form av antalet tågkilometer, personkilometer och beläggningsgrader för olika typer av trafik t.ex. lokaltrafik, regionaltrafik, Intercity-trafik och snabbtåg. I projektet visas att modellen har en god överensstämmelse mellan verkligt resande ner på linje- och produktnivå.

För att få en fullständig bild av resandet med tåg i förhållande till det totala resandet är det angeläget att utveckla modellen så att den omfattar såväl tåg, flyg, buss och bil. Många av de rutiner som utvecklats i detta projekt kan användas och vidareutvecklas för att få en modell som kan spegla den totala trafiken i Sverige och de olika färdmedlens funktion.

Användningsområdet är t.ex. policyanalyser av styrmedel i järnvägstrafiken, grundprognoser för framtida resande som kräver en god detaljering och objektsanalyser med god känslighet för variationer i utbudet. Modellen kan också vidareutvecklas så att man kan göra enklare framskrivningar av trafiken löpande varje år och prognoser för framtiden.



Figur 3: Medelantal platser per tåg och antal resenärer per tåg för produkter 2016.



Figur 4: Medelbeläggning för olika produkter, personkilometer/platskilometer 2016.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

KTH järnvägsgrupp har successivt byggt upp en databas för utbud och priser på ett stort antal järnvägslinjer i Sverige för åren 1990-2017. Under senare år har även data för flyg och långväga busstrafik samlats in. Arbetet har finansierats av Transportstyrelsen, tidigare även av Trafikanalys respektive Banverket. Resultat och analyser från denna databas har använts i arbetet med Transportstyrelsens marknadsövervakning. Fördelen har bland annat varit att databasen innehållit tillräckligt med information om utbudet av olika trafikslag, det vill säga det har funnits möjligheter att studera t.ex. intramodal konkurrens.

Det finns således en detaljerad databas om utbudet men det finns däremot inte någon motsvarande databas om efterfrågan av resor. Sådana data finns endast på aggregerad nivå för hela Sverige och i vissa fall för olika delmarknader. Det skulle vara värdefullt om utbudsdata kunde kopplas ihop med efterfrågedata så att det går att följa upp hur förändringar i utbudet påverkar efterfrågan. Den omedelbara nyttan är att marknadsövervakningen inom Transportstyrelsen på ett mer samlat sätt kan beakta förändringar både på utbuds- och efterfrågesidan.

En annan stor fördel är möjligheterna att analysera olika trafikslag sammantaget, vilket gör att olika typer av tillgänglighetsmätningar kan bli mer relevanta. Det ger således ett bättre underlag för att förstå utvecklingen på marknaden och effekten av olika förändringar. Detta ger i förlängningen ett bättre och mer relevant underlag för att också kunna föreslå eventuella förändringar.

KTH Järnvägsgrupp har även på uppdrag av Transportstyrelsen utvecklat en metod för att beräkna den generaliserade kostnaden som är kopplad till utbudregistret. Med generaliserad kostnad avses resenärernas upppoffring i form av restid, turtäthet, komfort och service, byten och pris. Dessa faktorer viktas samman beroende på resenärernas värderingar och kan sedan räknas om till en kostnad med hjälp av tidsvärden. Det blir också ett mått på utvecklingen av tillgängligheten – när kostnaden minskar så ökar tillgängligheten. Det går därmed att beräkna utvecklingen av den generaliserade kostnaden för alla linjer som finns i utbudsregistret för perioden 1990-2017.

Till detta har en metod utvecklats för att beräkna förseningstid och resenärernas tidskostnad för försenade och inställda tåg. Forskning visar att förseningstid upplevs som 3-4 gånger så lång som motsvarande restid varför detta kan få relativt stor betydelse. En databas över förseningar och inställda tåg för perioden 2001-2017 har erhållits från Trafikverket. Denna har bearbetats så att förseningar går att ta fram för olika produkter ner på linjenivå. Härigenom går det att lägga ihop resenärernas upppoffring i tid med förseningarna och beräkna den totala generaliserade kostnaden inklusive förseningarna. Detta är en faktor som senare skulle kunna integreras med prognosmodellerna.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att utveckla en metod och ta fram data så att efterfrågan av tågtrafik kan beskrivas som resandeflöden i nära koppling till utbudet av tågtrafik. Med dessa data och en prognosmodell kan regionalt och interregionalt tågresande presenteras grafiskt och kan fungera som underlag till framtida utveckling och kalibrering av prognosystem.

1.3 Metod

Arbetet genomförs i följande steg:

- Matriser över regionala och interregionala resor för ett basår hämtas från Trafikverkets prognosystem Sampers
- Utbud tas fram genom Samtrafikens databaser med vidareutvecklade metoder från projektet utbud och priser
- Utbudsdata kompletteras med databaser över trafiken under en mättdag, vilka fordon som används och tågsammansättning samt komfortfaktorer
- En metod utvecklas för att lägga ut matriserna på nät med verktyget Visum med tidtabells, trafik- och fordonsdata som underlag
- Utbudet kalibreras och efterfrågan mot statistik från Bantrafik (Trafikanalys) och data från Trafikverket och mot resandestatistik som samlas in från RKTm och operatörer
- Utbud och resande under en mättdag räknas upp till aktuellt prognosår och till årsvärden och nyckeltal för trafiksystem, produkter och linjer beräknas.

1.4 Avgränsning

Projektet avgränsas till inrikes personresande i Sverige, med komplettering av de viktigaste utlandsförbindelserna och utlandsresandet till grannländerna ingår därmed.

Sammanställningen av resandeflöden avser i regel år 2014 men med uppdatering till 2016. Utbudet av tågtrafik avser 2016.

Det finns inget enkelt sätt att få fram faktiska resandeflöden i persontrafik. En del data finns och går att samla in från trafikföretag och kollektivtrafikmyndigheter, andra data är konfidentiella och vissa data är av dålig kvalitet eller existerar inte. Detta uppdrag tar sin utgångspunkt i de data och verktyg som finns för att göra prognoser men syftet är att i första hand att prognosticera dagens resande eller rättare sagt föregående års uppmätta resande.

I ett första steg ska metoden utvecklas för järnväg och därefter för flyg, buss och bil så att en helhetsbild av transportsystemet skapas.

2 Metodbeskrivning

2.1 Olika metoder att beräkna efterfrågan

Det finns olika metoder att beräkna efterfrågan och göra prognoser över resandet. Trafikverket använder ett prognosystem som heter Sampers. Det har utvecklats successivt under lång tid och används i nästan alla analyser som Trafikverket gör i planeringen av transportsystemet. En styrka med Sampers är att det simultant både beräknar den totala efterfrågan och fördelningen på transportmedel och färdvägar.

Sampers har också brister framförallt när det gäller behandlingen av tidtabellsbunden trafik. (Algers et. al. 2013 och Jansson et al 2013). Sampers i sin nuvarande form använder sig av en frekvensbaserad nätutläggning i kollektivtrafik. Det innebär att turtätheten beskrivs i antal turer per dag och att resenärerna antas komma slumpmässigt till stationen eller hållplatsen och väntetiden i princip blir halva turtätheten. Det stämmer ganska bra i stadstrafik med hög turtäthet men inte i tidtabellsbunden trafik med låg turtäthet då resenärerna anpassar sig till avgångstiden. Om det t.ex. går ett tåg per timme så går man inte ner en halvtimme innan och väntar på tåget utan anpassar sig.

Det andra problemet är att Sampers inte kan behandla konkurrens mellan operatörer på tåg, flyg och buss. Färdmedelsvalsmodellen är konstruerad så att det bara finns en tågförbindelse, en flygförbindelse och en bussförbindelse mellan Stockholm och Göteborg. För regionala resor kan man i färdmedelsvalsmodellen bara välja mellan bil och kollektivtrafik. Sedan kan man först i nätutläggningen fördela mellan tåg, buss, t-banan mm.

Ytterligare ett problem med Sampers är att det är svårt att prognosticera kombinerade resor på ett fullständigt sätt. Det beror på hur matarresorna är kopplade till det interregionala nätet. I praktiken innebär det att det inte går att ta tåget till flyget på längre avstånd. Det har särskilt stor effekt på resultatet när man får en koppling mellan fjärrtåg och flyg. En annan brist med Sampers är att det i den nuvarande modellen inte finns någon modell för utrikesresor, men det skulle i princip var möjligt att implementera.

Det har lett fram till att KTH Järnvägsgrupp i samarbete med forskare och konsulter utvecklat en metod kallad Samvips som bygger på indata från Sampers och kan prognosticera såväl regionala, interregionala som internationella resor. Den kan också ge en mer fullständig bild av kombinerade resor för hela resan från start till mål och spegla konkurrens mellan operatörer både när det gäller tåg, flyg och buss. Denna modell har bl.a. använts i utredningen om avregleringen av järnvägen SOU 2003:104, i utredningen om höghastighetsbanor SOU 2009:74 och i utredningen om järnvägens organisation SOU 2015:110.

Analysen av Sampers matriser med Visum skiljer sig från Trafikverkets hittillsvarande analyser med Sampers genom att de på ett bättre sätt kan ta hänsyn till tidtabellsbunden trafik. Med den metod som använts i resandeflöden kan man ta in tidtabeller i realtid det vill

säga ta in varje enskild avgång med exakta tider för varje station, så kallad tidtabellsbaserad metod. Hittills har i både Sampers och Samvips använt sig av den frekvensbaserade metoden då man använder turtäthet per trafikdygn och en genomsnittlig tidtabell. Fördelen med en tidtabellsbaserad metod är också att man kan importera tidtabeller direkt från en databas t.ex. Samtrafikens databas.

Genom att resultaten från Samvips och andra prognoser skiljer sig mycket från Sampers har lett till en diskussion där både Sampers metod och resultat har ifrågasatts. Det gäller särskilt prognoserna för höghastighetsbanor där skillnaderna blir som mest tydliga. Därför gav Sverigeförhandlingen år 2016 Trafikverket i uppdrag att upphandla en utvärdering av Sampers och Samvips. Uppdraget gick till Transportøkonomisk institutt (TØI) i Oslo. Rapporten publicerades 2017 och i sammanfattningen skriver TØI "Samvips vil være et bedre egnet verktøy til å studere alternativer for markedets tilbudsutvikling som følge av HHT-investeringen om en ønsker det. Sampers kan da brukes til å generere samlet transportetterspørsel til Samvips" (Johansen och Lindberg 2017).

I Samvips och i detta projekt har vi just använt Sampers matriser men fördelat på färdmedel och färdvägar med Visum i stället för Vips. Vi anser att det är mycket vunnet om man kan använda Sampers matriser som bas för en sådan prognosmodell. Det blir i så fall att man tar det bästa från Sampers och det bästa från Samvips och hanterar det med ett modernt prognosverktyg som Visum.

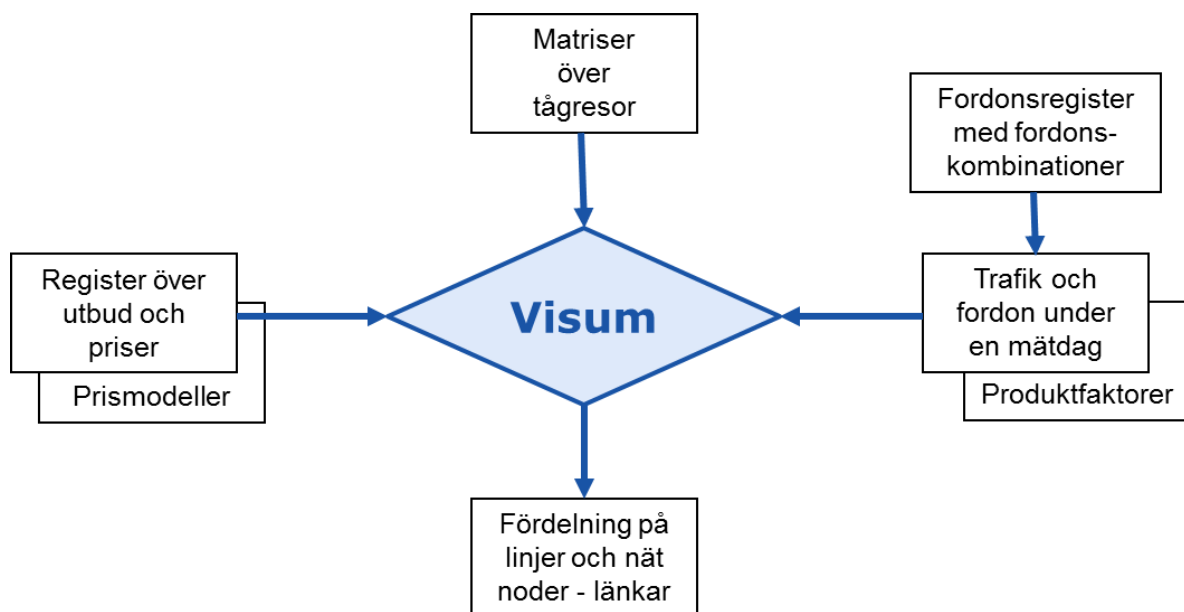
2.2 Systembeskrivning

För att få fram hur efterfrågan fördelar sig på linjer och järnvägsnätet behövs ett beräkningsverktyg. Det verktyg som har använts i detta projekt heter Visum och kan användas för att prognosticera efterfrågan och dess fördelning på nät för alla transportmedel i nuläget eller för en prognos för ett framtida läge. Det går att använda för såväl bil som kollektivtrafik samt för gång- och cykeltrafik.

Fördelen med Visum är att kollektivtrafiken kan behandlas på ett korrekt sätt. Visum används i Sverige t.ex. i Västra Götalandsregionen för all trafik och för kollektivtrafik av SL i Stockholm. I Tyskland används det t.ex. av Deutsche Bahn (DB, det statliga tyska järnvägsföretaget) för att planera alla persontåg under varje dag hela året. Det har visat sig fungera väl för den komplexitet som järnvägssystemen ofta innebär.

Ursprunget till Visum heter Vips och det bygger på en algoritm som ursprungligen utvecklades i Sverige. Vips har använts i det prognosystem som KTH Järnvägsgrupp utvecklat tillsammans med ÅF som kallas Samvips. Vips har köpts upp av PTV Group¹ och integrerats i Visum och underhålls inte längre. I samband med projektet resandeflöden har också första steget tagits till att konvertera Samvips till Visum.

En översiktlig beskrivning av hur Visum används i resandeflöden framgår av figur 2.1.



Figur 2.1: Prognossystemet för fördelning på järnvägsnätet bygger på att utbud och efterfrågan bearbetas i verktyget Visum med hjälp av ett register över all persontrafik under en mättdag.

¹ PTV Group: <https://www.ptvgroup.com/se/>

Input till Visum för att beräkna resandeflöden på järnvägsnätet är följande:

- Matriser över interregionala och regionala tågresor från Sampers, kompletterade med utrikes tågresor från KTH.
- KTH utbudsregister över alla avgångar med persontåg som hämtas direkt från Samtrafiken under en mättdag. Denna kompletteras med prisfunktioner av KTH för olika linjer och huvudmän/operatörer.
- Ett register från Trafikverket över alla avgångar under en mättdag med uppgifter om vilka fordon och tågsätt som använts i trafiken. Detta register har kompletterats av KTH med ett fordonsregister och produktfaktorer som beskriver tågens standard.
- Utbud och priser samt fordon med komfortfaktorer är indata när resorna mellan olika områden fördelas på linjer och järnvägsnätet.
- Verktuget Visum används för fördelning på färdvägar, linjer och tåg i förhållande till generaliserad kostnad med hänsyn till restid, turtäthet, komfort och pris för resan.
- Utbud och resande beräknas under en mättdag som sedan räknas upp till årsvärden och nyckeltal för trafiksystem, produkter och linjer beräknas.

Matriserna fördelas på färdmedel, färdvägar och linjer med hjälp av Visum. I analysverktuget byggs en utbudsdatabas upp med alla linjer med linjesträckningar, uppehållsmönster, restider och priser. Det går att ha konkurrerande produkter (t.ex. Intercity-tåg och snabbtåg) och konkurrerande operatörer (t.ex. MTR och SJ) på samma linje. De kan också ha olika priser som via efterfrågematriserna speglas mot olika resenärskategorier såsom tjänsteresenärer, privatresenärer och studerande.

Det totala resandet (efterfrågan) fördelas på alla relationer och linjer beroende på generaliserad kostnad, det vill säga en sammanvägning av restid, turtäthet, komfort och pris. På så sätt får man fram såväl det totala resandet med alla färdmedel fördelat på varje linje.

Det finns olika sätt att kalibrera de resandeflöden som man får fram mot verkliga data. I vissa fall, t.ex. när det gäller RKTMs trafik, går det att få fram statistik och även tidserier. För annan tågtrafik kan man beräkna resandet genom att utgå från utbudet och beräkna genomsnittlig efterfrågan med hjälp av beläggingsgrader. När det gäller flygplatser finns en detaljerad statistik för varje flygplats. För biltrafik finns Trafikverkets trafikräkningar på vägnätet som dock kräver omräkning med beläggingsgrader. På aggregerad nivå finns resvanedata och årsstatistik.

2.3 Prognosverktyget Visum

Utgångspunkten för KTH:s järnvägsgrupps modell är Sampers matriser över den totala efterfrågan. Visum-systemet används för att prognosticera efterfrågans fördelning på linjer och färdmedel. Kombinationen Sampers/Visum kallas för Samvips som nämnts tidigare. Detta prognosverktyg har senare integrerats med Visum som har samma funktioner som Vips men är ett modernare verktyg. De fungerar inte exakt likadant och därför pågår ett arbete med att konvertera KTH:s prognossystem så att det fungerar med Visum i stället för Vips.

I arbetet med resandeflöden har några steg till tagits i detta arbete genom att koppla det till Samtrafikens och Trafikverkets databaser. Utbud och priser, i detta fall för tåg, hämtas från Samtrafikens databaser, vilket innebär att det kan uppdateras varje år eller när som helst. De fordon som används i varje tåg under en mättdag hämtas från Trafikverkets databas. Visum används för att fördela efterfrågan på linjer och färdmedel, se figur 2.1. Visum kan också användas för beräkning av kostnader och intäkter och andra faktorer som energiförbrukning och därmed samhällsekonomiska effekter.

Utgångspunkten är matriser över kortväga, långväga och utrikes resor mellan 683 zoner i Sverige. Matriserna över kortväga resor och långväga resor kommer från Sampers, medan utrikesmatrisen kommer från Intraplan. Utrikesresor finns med till Danmark, Norge, Tyskland, Holland, Belgien och delar av Frankrike. Kortväga resor inom en zon ingår dock inte. Resmatriserna är i Samvips indelade i olika resärenden med olika tidsvärden och tillgång till bil. se tabell 2.2. Dessa är:

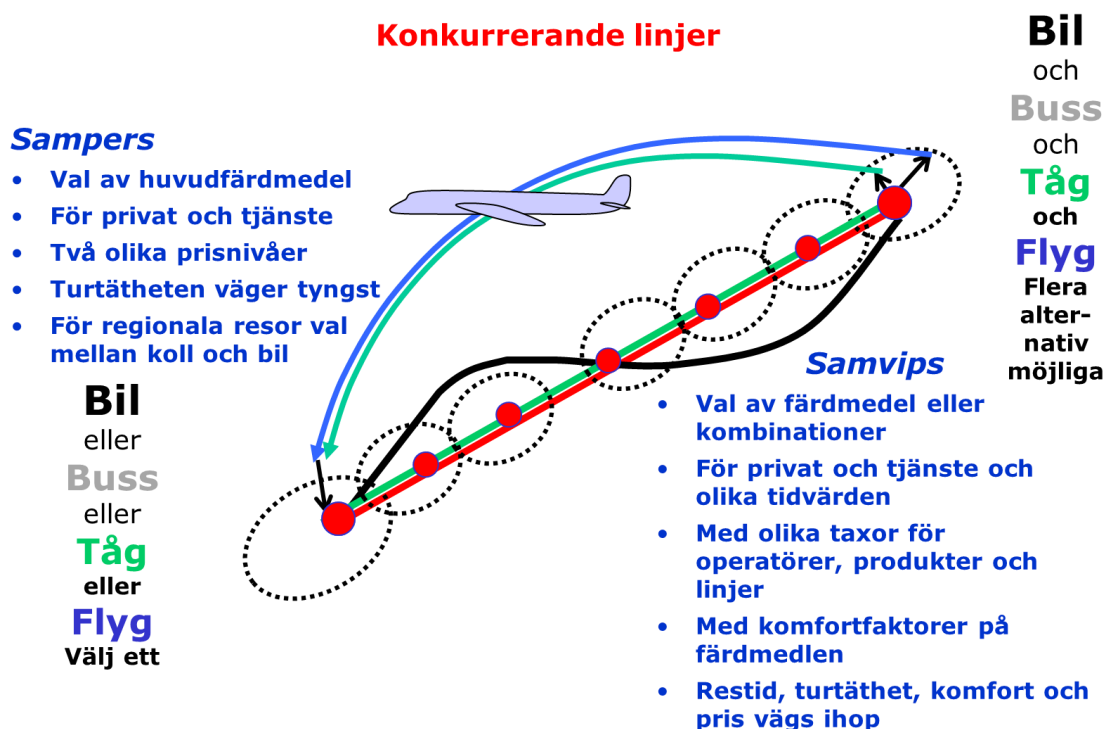
Utbudet av kollektivtrafik är kodat som linjer med möjlighet att variera följande ingångsdata:

- Linjenät i olika relationer
- Uppehållsmönster
- Gångtider
- Turtätheter
- Förekommande tidspassningar vid byten
- Priser för olika operatörer, produkter och linjer
- Fordonskoncept med kostnader
- Servicenivå och bekvämlighet per fordonstyp.

Tabell 2.2: Matriser i Sampers och Samvips samt vilka resenärskategorier med olika tidsvärden som modellerna beaktar för att beräkna nyttoeffekter samt områdesindelning.

Restyp	Färdmedel				Relationer	Restyp	Kategori	Färdmedel	Tidvärde				Relationer		
Ärende	Bil	Tåg	Buss	Övrigt		Ärende			kr per h	Bil	Tåg	Buss	Övrigt		
Regionala resor						Regionala Ej lokala resor									
Arbetsresor	x	x	Kollektivt	x	9000	Arbetsresor	Alla	Exkl. GCM	51	X	X	X		683	
Övriga resor	x	x	Kollektivt	x	X	Övriga resor	Alla	Exkl. GCM	51	X	X	X		x	
Tjänsteresor	x	x	Kollektivt	x	9000	Tjänsteresor	Alla	Exkl. GCM	275	X	X	X		683	
Långväga inrikes						Långväga inrikes									
	Bil	Tåg	Buss	Flyg						Bil	Tåg	Buss	Flyg		
Privatresor	X	X	X	X	683	Privatresor	Förvävsarbetande	Tillgång till bil	124	X	X	X	X		
						Privatresor	Förvävsarbetande	Ej biltillgång	124	X	X	X	X		
						Privatresor	Pensionärer	Tillgång till bil	62	X	X	X	X	683	
Biinnehavsmodell finns					X	Privatresor	Pensionärer	Ej biltillgång	62	X	X	X	X	x	
					683	Privatresor	Studering	Tillgång till bil	62	X	X	X	X	683	
						Privatresor	Studering	Ej biltillgång	62	X	X	X	X		
Tjänsteresor	X	X	X	X		Tjänsteresor	Alla		450	X	X	X	X		
Utrikes resor						Utrikes resor									
	Bil	Tåg	Buss	Flyg						Bil	Tåg	Buss	Flyg		
Det finns en fast matris för tåg	Saknas					Privatresor	Alla	Låg bilvikt	150	X	X	X	X	683	
						Privatresor	Alla	Hög bilvikt	200	X	X	X	X	x	
						Tjänsteresor	Alla		800	X	X	X	X	270	
						Summa									
						Totalt antal resor									

Utrikesresor=Resor mellan Sverige och Norge, Danmark, Tyskland, Belgien, Holland och Paris



Figur 2.3: Principer för färdmedelsfördelning i Sampers och Samvips. I Sampers förutsätts resenären välja ett huvudfärdmedel för långväga resor medan i resenären i Samvips även kan välja mellan kombinationer av färdmedel och konkurrerande linjer.

Beteendeantagande

Visum kan arbeta antingen med antagandet att trafikanterna använder tidtabell eller att man inte gör det, det vill säga kommer slumpmässigt till hållplatsen/stationen. Långväga trafikanter använder normalt tidtabell, varför detta beteendeantagande tillämpas. Av två förbindelser som har samma frekvens men olika hastighet eller pris fördelar programmet därför också fler men inte alla på den snabbare eller billigare förbindelsen. Tidtabellskunskap har också betydelse för resuppostringen totalt. Trafikanterna kan genom antagandet om tidtabellskunskap välja bättre alternativ än vad de skulle göra utan tidtabellskunskap.

Färdmedelsfördelning

Konsekvensen av beteendeantagandet är att det är kostnadsminimerande för trafikanterna att välja den linje och den hållplats som har den förväntat lägsta restidsuppostringen. Ett linjealternativ, oavsett hållplats, är accepterat om det har kortare restid efter påstigning än restid efter påstigning plus hela turintervallet för bästa linje, där bästa linje är linje med kortaste restid plus hela turintervallet. Visum fördelar därmed trafikanter inte bara på rutter inom ett kollektivtrafikslag utan dessutom mellan samtliga kollektiva färdmedel och bil, se figur 2.3.

Bilalternativet har precis som kollektivtrafik valattributet generaliserad kostnad, det vill säga pris plus restid uttryckt i kronor, enligt den resväg (rutt) som har den lägsta generaliserade kostnaden.

Modellen tar hänsyn både till konkurrens- och samverkans effekter. Om exempelvis någon trafikförändring leder till att ett tåg eller en buss som matar Intercity-tågen förbättras och får högre efterfrågan får också Intercity-förbindelsen en högre efterfrågan.

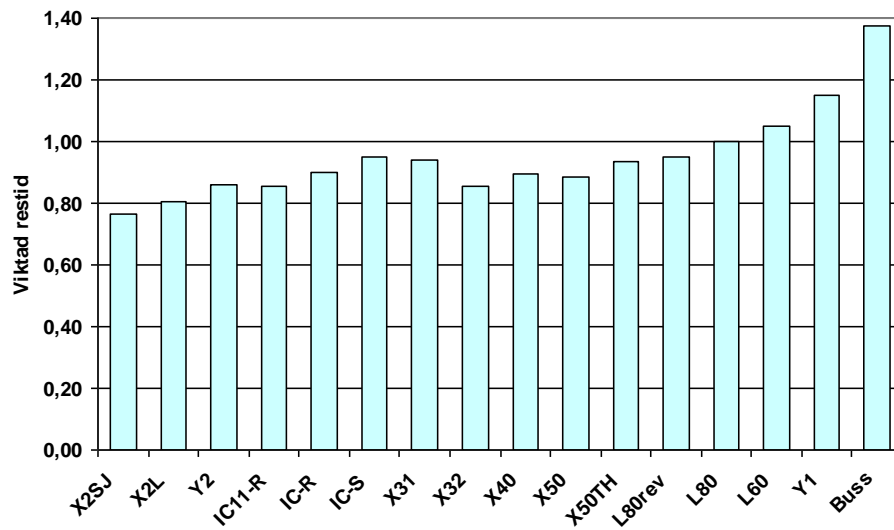
Vikter och färdmedelskonstanter

Man kan tillämpa skilda vikter för bytes- och väntetid. Detta är väsentligt eftersom vänte- och bytestid värderas radikalt olika enligt tidsvärdesstudier. I långväga trafik ligger värdet på väntetid på omkring en femtedel till en tredjedel av värdet på bytestid. Skälet är att man anpassar sig och stannar hemma och inte väntar längre än nödvändigt vid hållplatsen/stationen, så kallad dold väntetid.

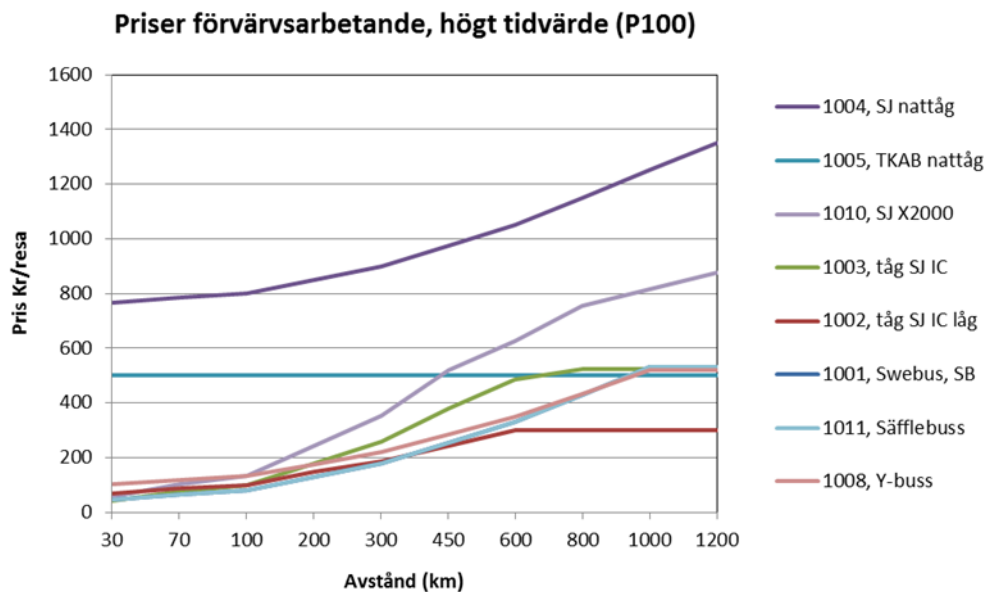
Det är möjligt att använda färdmedelskonstanter per linje, för att spegla att olika färdmedel kan innebära en specifik negativ upplevelse fränsett själva upplevelsen av åktiden. Man kan dessutom för varje färdmedel ansätta en specifik vikt på åktid, som speglar att olika färdmedel uppfattas som olika bekväma, se figur 2.4. Sådan viktsättning har stöd i tidsvärdestudier samt SP-undersökningar vid KTH. I Vips kan också beaktas att olika hållplatser/stationer/flygplatser kan betraktas som olika bekväma. Detta åstadkoms genom att modifiera den generella väntetids- och bytestidsvikten för de terminaler som anses ha avvikande bekvämlighet.

Taxor

För att kunna beskriva resenärens valsituation med hänsyn till både restid och pris ges i modellen en unik taxa för varje linje, se figur 2.5. Taxan kan kodas som bestående av ett grundpris plus ett pris per kilometer som kan varieras beroende på körsträcka, det vill säga progressiv eller regressiv taxa. Taxan kan också kodas separat för varje hållplatskombination (som en matris) för varje linje. Man kan också ange om det är fria byten eller inte mellan linjer, exempelvis hos en viss operatör. Taxestrukturen för respektive linje påverkar trafikanternas val av förbindelse och konsument- och producentöverskott. Baserat på varje linjes pris beräknar programmet sammantaget pris från start till mål för ett antal accepterade resvägar som vardera kan innehålla en kombination av färdmedel och linjer.



Figur 2.4: Principer för beräkning av restidsvikter för olika tågtyper och produkter samt buss i Samvips. Vikterna bygger på Stated-preferences-undersökningar som genomförts vid bl.a. KTH.



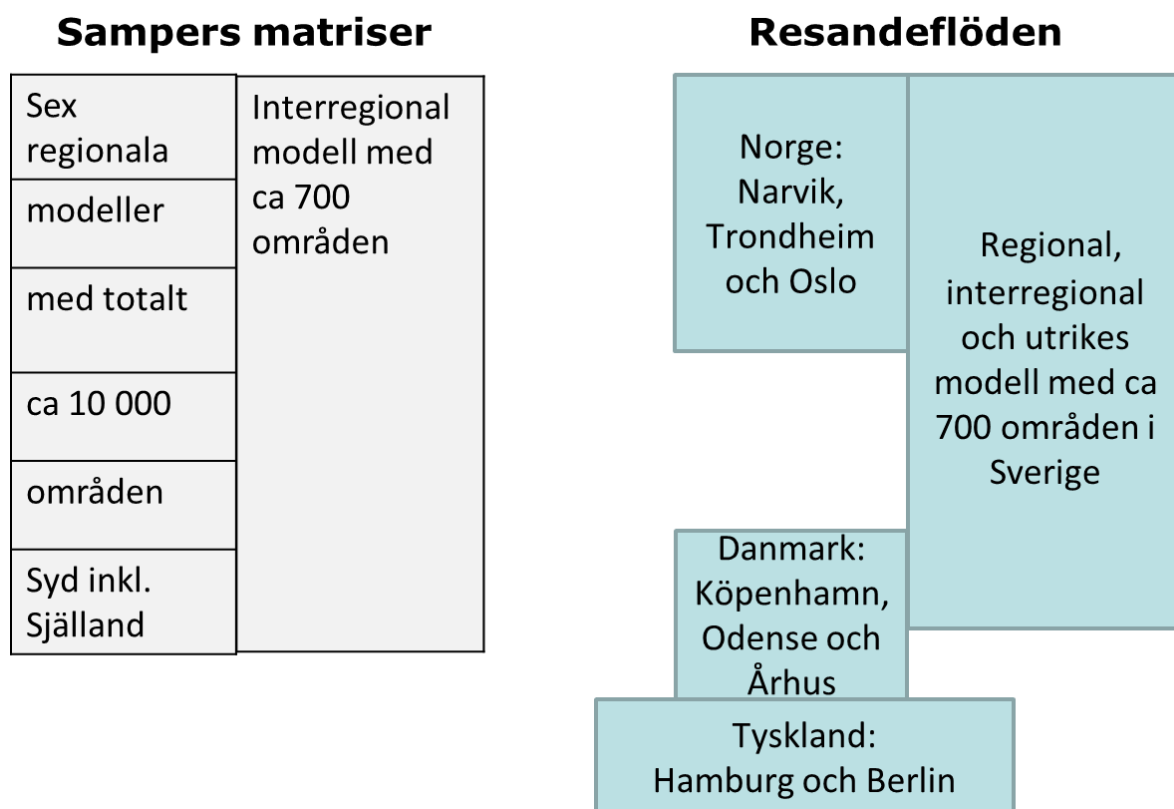
Figur 2.5: I Samvips används olika taxor för olika operatörer och linjer samt för olika resandekategorier. Därmed kan man spegla konkurrens mellan operatörer och det är lättare att spegla en differentierad taxa än i Sampers som har en taxa för varje färdmedel uppdelad på tjänste- och privatresor.

2.4 Matriser över efterfrågan

Utgångspunkten är Sampers tågresor som tagits fram för år 2014. Sampers har ca 700 områden för interregionala tågresor, se figur 2.6. I dessa ingår en matris för utrikes tågresor som tagits fram av KTH Järnvägsgrupp. På så sätt erhålls en fullständig bild av tågresandet i Sverige och på väg till utlandet.

I Sampers finns sex regionala modeller med ca 10 000 områden. Det har visat sig vara något för detaljerat för trafik på nationell nivå. I Samvips prognosystem har de därför aggregerats till samma områden som de interregionala resorna, vilket visat sig fungera bra för regionala och interregionala resor och då vi inte arbetar med lokala resor inom tätorterna på en detaljerad nivå.

Det innebär att alla efterfrågematriser har samma områdesindelning. De 700 områdena har kompletterats med ett antal fjärrpunkter i de närmaste länderna för utrikesresor med tåg. Det innebär också stora beräkningsmässiga fördelar att ha samma områdesindelning i alla matriser. Det går visserligen fort att bearbeta data numera men det är också frågan om att hantera och kontrollera alla indata till modellen och då är den gemensamma områdesindelningen en stor fördel.



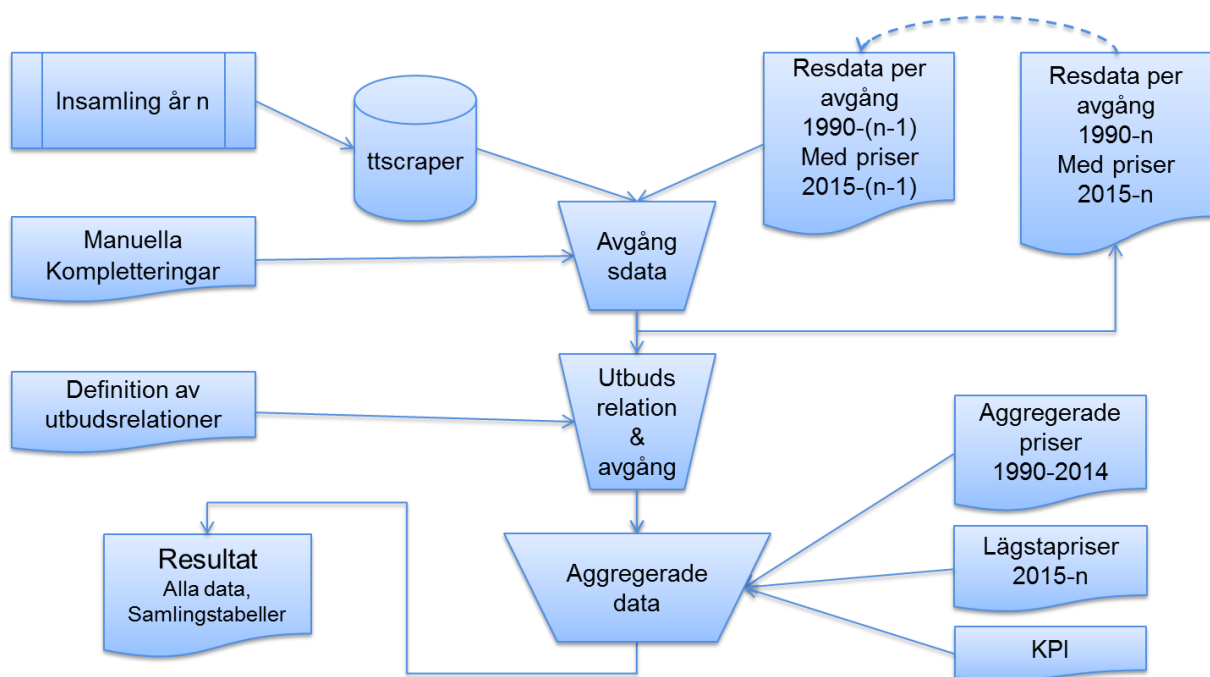
Figur 2.6: Beskrivning av hur Sampers matriser används i resandeflöden. De ca 700 områdena för interregionala resor används som de är men kompletteras med utrikes tågresor i projektet. De ca 10 000 områdena i de sex regionala matriserna aggregeras till samma områden som de interregionala resorna.

2.5 KTH:s register över utbud och priser

KTH:s utbudsregister har utvecklats successivt och blivit alltmer omfattande. Från början gjordes insamlingen manuellt genom att koda in data från tryckta tidtabeller enbart för tåg. De senaste åren har data för tåg, buss och flyg huvudsakligen hämtats från Samtrafikens databas och för alla avgångar på ett urval av linjer. Det finns nu en tidsserie från 1990 till 2017 som kan kompletteras varje år, se figur 2.7.

I projektet Resandeflöden har samma metod använts för att samla data från Samtrafikens databas men i detta fall har alla linjer och avgångar under en mättdag skannats av. Det har sedan krävts en hel del arbete för att bearbeta dessa data så att de kan bli indata till Visum och för att de sedan ska kunna redovisas på linjenivå på ett sätt som är lätt att tolka.

För att få fram prisfunktioner till Visum har priser i ett stort antal relationer för olika huvudmän och operatörer tagits fram och bearbetats. Det finns ju numera ett stort antal priser som i den kommersiella trafiken också är beroende av efterfrågan. Vi har här använt oss av samma metoder som i utbud och priser, se vidare kap. 3.



Figur 2.7: Principiell beskrivning av hur KTH:s utbudsdata tagits fram. Det finns en tidsserie från 1990 till 2017 som kan kompletteras varje år. Från början gjordes insamlingen manuellt genom att koda in data från tryckta tidtabeller enbart för tåg. De senaste åren har data för tåg, buss och flyg huvudsakligen hämtats från Samtrafikens databas och för alla avgångar.

2.6 Fordonsregister och produktfaktorer

Ett antal olika databaser har använts för att beskriva vilka fordon som används på varje linje och tur samt för att beräkna nyckeltal som t.ex. kapacitet och kapacitetsutnyttjande.

Följande databaser har använts och bearbetats för att kunna utgöra indata till Visum.

- Trafikverkets register över tåg under en dag med fordonssammansättning
- Ett fordonsregister som tagits fram med hjälp av publicerade fordonsdata (Diehl och Nilsson, 2017)
- Produktfaktorer som tagits fram av KTH för att spegla fordonens standard och komfort samt servicenivån på tågen
- Kostnader för fordon och tåg med hjälp av kostnadsmodeller från KTH Järnvägsgrupp.

Utdraget ur Trafikverkets register omfattar alla tåg under en vardag (2016-04-20) och vilka fordon som används i dessa. Databasen omfattar ca 11 500 rader med uppgifter om tågnummer, produkt, dragfordon med littera och nummer, vagn typ för lokdragna vagnar, antal dragfordon och antal vagnar, rapporterad tåglängd och antal axlar m.m.

Trafikverkets register innehåller däremot inga uppgifter om kapaciteten per vagn eller tåg. Därför har en särskild databas lagts upp med hjälp av *Svenska lok, motorvagnar och personvagnar 2017* (Diehl och Nilsson, 2017) som innefattar kapaciteten i antal sitt- och ståplatser per vagn eller tågsätt (för motorvagnståg), bruttovikt, längd, effekt och dragkraft för dragfordon samt tillverkningsår. Alla uppgifter används inte i Resandeflöden men kan komma att användas i kommande projekt.

Med hjälp av dessa register har två indatafiler till Visum skapas som innefattar:

- Fordonsregister – enskilda fordon
- Tågsätt, fordon sammankopplade i tåg.

Fordonsregistret för enskilda fordon/vagnar används för att beräkna kapaciteten för loktåg och motorvagnståg. Den används också för att beräkna de kostnader som lämpligast beräknas på fordonsnivå såsom kapitalkostnader, underhållskostnader, banavgifter och energiförbrukning.

Registret för tågsätt används för att beräkna variabler på tågnivå (det vill säga enskilda avgångar) såsom den sammanlagda kapaciteten för tågen sammansatta av vagnar och en eller flera motorvagnståg, personalkostnader och produktfaktorer som innefattar service på tågen.

Trafikverkets register är omfattande och innehåller en mängd olika uppgifter som kodats av olika personer på olika platser i Sverige. Det innebär att man inte alltid har kodat fordonen på samma sätt och det har krävts ett omfattande arbete för att få en databas som är så fullständig som möjligt.

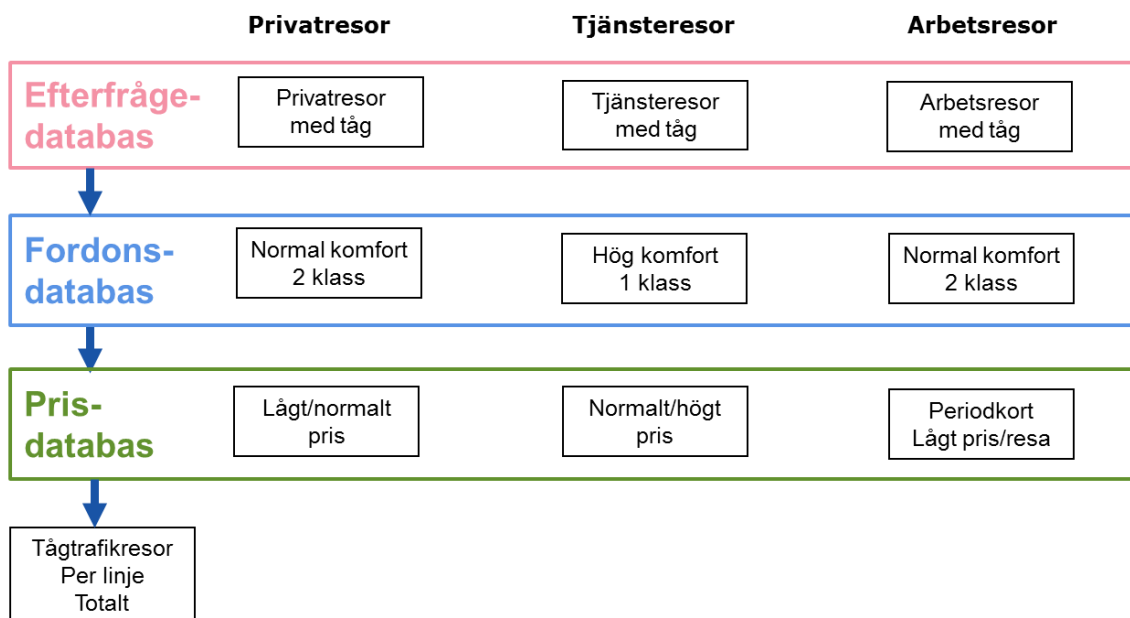
2.7 Fördelning på linjer och färdvägar

Efterfrågan möter utbudet i prognosverktyget Visum där det fördelas på linjerna i järnvägsnätet. Genomgående skiljs på privat- och tjänsteresor när det gäller interregionala resor. För regionala resor tillkommer även resärendet arbetspendling.

Det finns olika matriser för dessa olika ärenden. De har också olika tidvärden i prognos-systemet. När det gäller fordonsdatabasen speglas privat- och arbetsresor mot normal komfort, det vill säga 2 klass-utbud, medan tjänsteresor speglas mot hög komfort det vill säga 1 klass-utbud, se figur 2.8.

Priserna är också olika för de olika ärendena. För privatresor förutsätts en kombination av låga och normala 2 klass-priser med lägre flexibilitet. För tjänsteresor förutsätts en kombination av normala 2 och 1 klass-resor med högre flexibilitet. För arbetsresor förutsätts att periodkort används där det normalt görs 40 resor per månad.

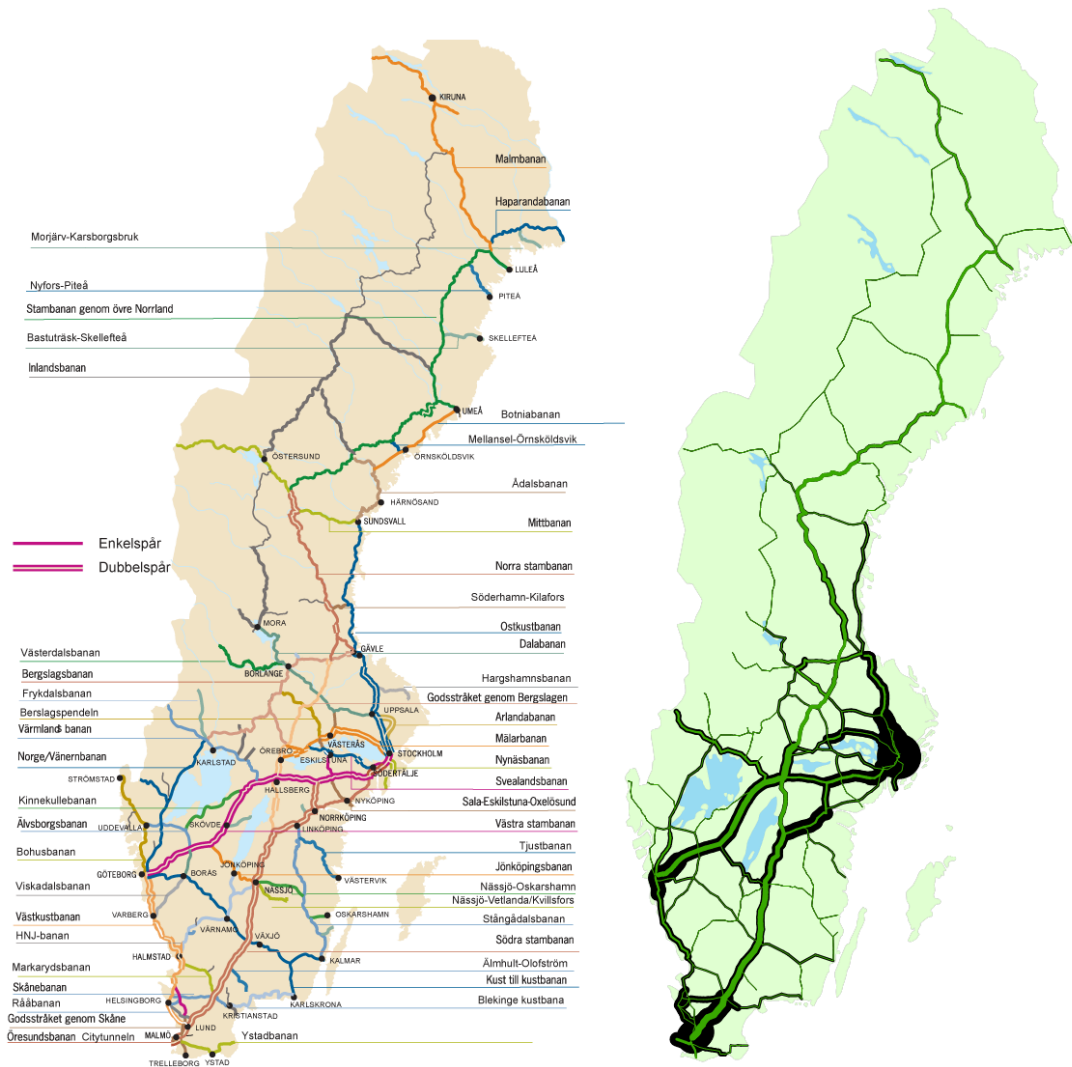
I Visum fördelas resorna i matriserna på linjer och järnvägsnät med hjälp av algoritmer som väljer den mest sannolika vägen för varje relation, och resärende. I detta system måste man också ange vikter för väntetid och åktid samt ange färdhastighet på matarlänkar och gånglänkar som inte är direkt inlagda i systemet. I systemet finns t.ex. pendeltåg och tunnelbanan inlagda men inte spårvägar och lokala bussar. Resorna för dessa beskrivs på ett förenklat sätt för att alla presumtiva resenärer ska kunna ta sig till närmaste station.



Figur 2.8: Principiell beskrivning av hur efterfrågan möter utbudet i prognosystemet. Genomgående skiljs på privat- och tjänsteresor när det gäller interregionala resor samt för regionala resor även på arbetsresor.

3 Utbud och priser

3.1 Det svenska järnvägsnätet



Figur 3.1: Till vänster: Järnvägsnätet i Sverige. Källa: Trafikverket. Till höger: Belastning på järnvägsnätet i antal tåg per dag. Svart: totalt, grönt: godståg. Tjockleken på linjerna är proportionell mot antalet tåg. Källa: KTH Järnvägsgrupp.

Banlängden för järnvägsnätet i Sverige är ungefär 1100 mil och har totalt sett varit relativt konstant under perioden 1990-2016. Förändringar har skett främst genom att mer dubbelspår har byggts ut och att nya länkar byggts, signal- och säkerhetssystemen har förbättrats samt att några banor har elektrifierats. Ett fåtal järnvägar har också slutat att trafikerats eller lagts ned.

Utbyggnaden av järnvägsnätet i form av nya länkar, ofta rakare och kortare än de gamla banorna och med högre hastigheter, har varit en förutsättning för den expansion som skett av tågtrafiken sedan 1990. I projektet utbud och priser har KTH Järnvägsgrupp undersökt utvecklingen på ett stort urval av järnvägslinjer varje år 1990-2017. Sammanfattningsvis visar

dessa data tydligt att medelhastigheten höjts kraftigt framför allt på längre avstånd, och att turtätheten samtidigt ökat generellt men mest i lokal(pendeltågs-) och regional trafik. Investeringarna i infrastruktur och nya tåg har resulterat i mer än 120 % fler tåg som går 20 % snabbare.

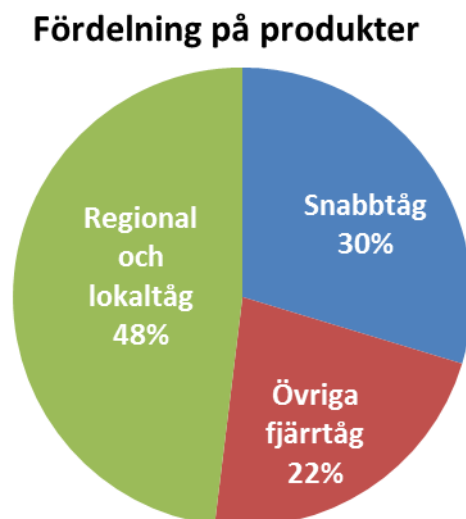
Utbudet av persontrafik i tågakilometer har ökat med 94 % mellan åren 1990 och 2016, medan antalet godstågskilometer har minskat med 12 %. Totalt sett har antalet tågakilometer ökat med 52 %.

Sammantaget har det inneburit en ökning av tågresandet med 94 % i personkilometer från 1990 till 2016. De kortväga resorna under 10 mil har ökat med 211 % och de långväga resorna med 44 %. Det är den regionala trafiken och den interregionala snabbtågstrafiken som ökat mest.

3.2 Järnvägens produkter och trafiksystem

Det totala tågresandet omfattade 12,8 miljarder personkilometer eller 221 miljoner resor 2016. Det långväga resandet svarade för 6,6 miljarder personkilometer eller 52 %. Det regionala tågresandet var 6,2 miljarder personkilometer eller 48 % av transportarbetet men svarar för 90 % av antalet resor. Det beror på att medelreslängden för interregionala resor var ca 30 mil och för regionala resor ca 3 mil.

Persontrafiken kan indelas i produkter: Snabbtåg, övriga fjärrtåg som Intercity-tåg och nattåg, samt regionaltåg och lokaltåg. 30 % av resandet (personkm) i persontrafiken görs i snabbtåg, 22 % i övriga fjärrtåg och 48 % i regional- och lokaltåg, se figur 3.2.



Figur 3.2: Persontrafikens fördelning på produkter 2016 i personkilometer.

Den interregionala tågtrafiken är huvudsakligen kommersiell. Snabbtåg är det största trafiksystemet med sju huvudlinjer: Mellan Stockholm och Göteborg, Malmö/Köpenhamn, Sundsvall/Umeå, Östersund, Karlstad respektive Falun/Borlänge samt mellan Göteborg och Malmö. Intercity-tåg körs på sex linjer och nattåg på tre linjer. Vissa långväga resor

förekommer också i regionaltågen, särskilt i Öresundstågen, Mälardalen och Norrtågs trafiksystem.

De största regionala trafiksystemen finns i Stockholm-Mälardalenregionen, Västsverige och Skåne. De lokala pendeltågssystemen har kompletterats med storregionala system som med snabba tåg på en timmes restid når ungefär 10 mil från centrum. Tåget används för att åstadkomma regionförstoring. I Stockholm är det Mälardalstrafiken, i Göteborg är det Västtågen och i Skåne är det Öresundstågen som även knyter ihop Skåne med Danmark som svarar för de storregionala förbindelserna. Väl utbyggda regionala tågssystem finns även i Bergslagen, Värmland, Gävleborg och längs Norrlandskusten ända upp till Umeå.

Lokaltåg, eller pendeltåg, binder ihop förorterna med städerna och stannar på fler stationer än regionaltåg. De har också högre turtäthet, i regel 15- eller 20-minuterstrafik. Sådana system finns i Stockholm, Göteborg, Skåne och Östergötland.

De flesta regionala trafiksystemen bedrivs med offentlig upphandling på samhällsekonomisk basis precis som övrig kollektivtrafik i regionerna. Ett undantag är regionaltågssystemet i Stockholm-Mälardalenregionen som delvis bedrivs av SJ som kommersiell trafik.

3.3 Utbud av persontrafik

Det största utbudet för fjärrtrafiken med persontåg går mellan Stockholm och Göteborg samt mellan Stockholm och Malmö. Därefter från Stockholm och norrut längs norrlandskusten och från Göteborg och söderut längs västkusten. Omkring storstäderna finns en omfattande pendeltrafik och regionaltrafiken går allt längre ut från stadskärnorna när tågen blivit snabbare. Även mellan större städer finns omfattande regionaltrafik, t.ex. mellan Norrköping och Linköping samt mellan Umeå och Örnsköldsvik. Hur utbudet fördelar sig på järnvägsnätet i Sverige framgår av figur 3.3.

I Samtrafikens databas är varje tur kodad på en trafik huvudman eller operatör. När det gäller kommersiell fjärrtrafik är operatören ansvarig för trafiken och bestämmer både utbud och priser. De största operatörerna med daglig kommersiell fjärrtrafik är SJ, MTR Express (MTR Nordic), Snälltåget (Transdev) och Tågåkeriet i Bergslagen. Operatörer med enbart veckoslutstrafik kommer inte automatiskt in i databasen när man söker utbud på en onsdag och kräver därför manuell komplettering. Det gäller t.ex. Skandinaviska Jernbanor som kör Blå tåget mellan Stockholm och Göteborg i samband med veckosluten.

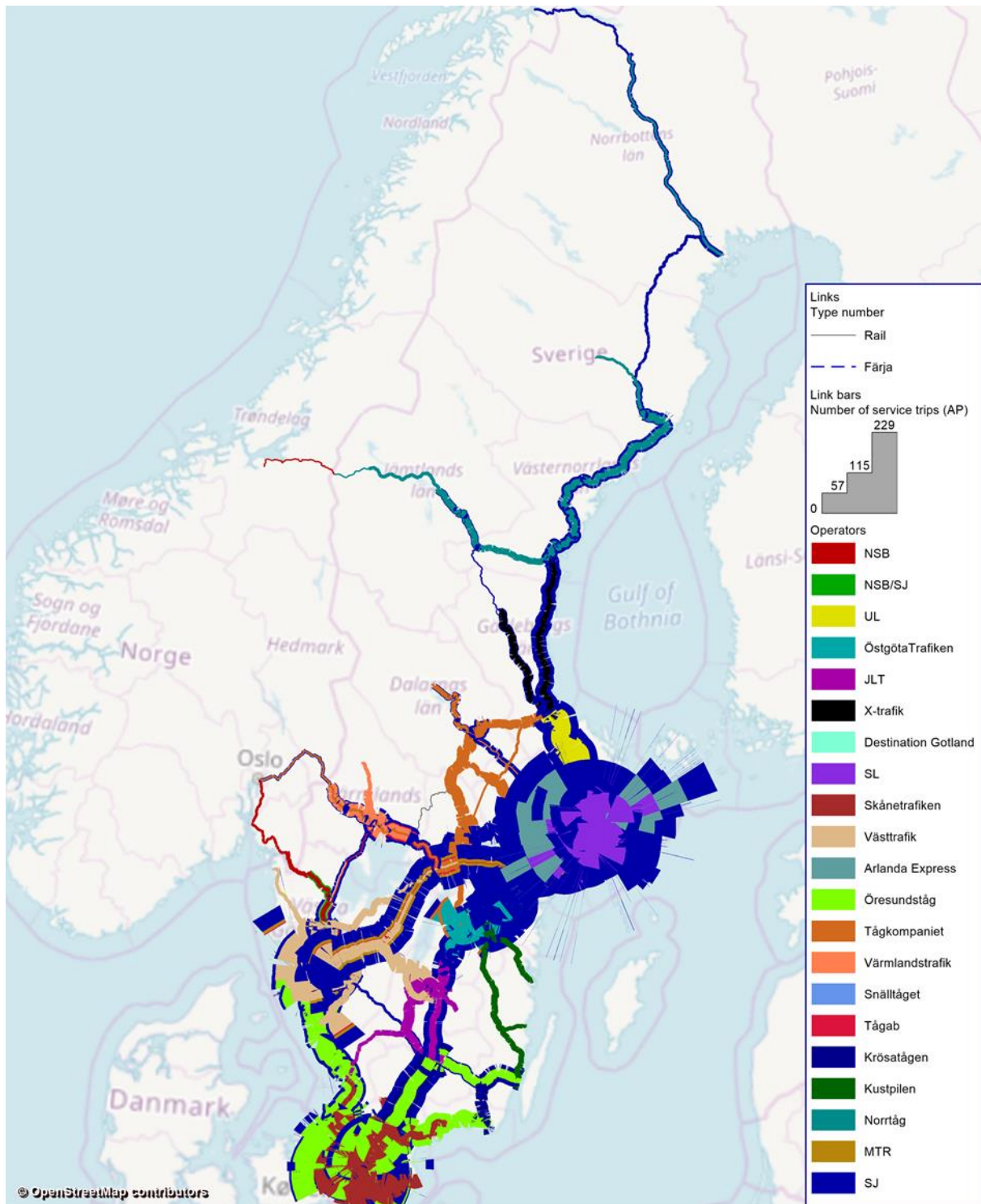
När det gäller de regionala kollektivtrafikmyndigheternas trafik (RKTm) så är de ibland kodade under RKTm:s varumärke och ibland under operatörens varumärke. Det vanligaste är RKTm:s varumärke t.ex. SL, Västtrafik, Skånetrafiken, Öresundståg och Norrtåg. Exempel på när operatörens varumärke används är Tågkompaniet (TKAB) som användes av Tåg i Bergslagen (TiB). Även de regionala tågen i Värmland som kördes av TKAB annonseras under deras varumärke. Anledningen är att det var TKAB:s taxa som användes för kontantbiljetter.

Utbuds databasen avser 2016. En senare förändring är att det 2018 är SJ som är operatör och nu annonseras utbudet som TiB/SJ. Den ”halvkommersiella” trafiken i Mälardalen annonserades både 2016 och 2018 som SJ även om det numera går att köpa MÅLAB:s månadsbiljetter Movingo. Kontanttaxan styr således under vilket varumärke tågen marknadsförs och kan således ändras under tidens gång.

I detta projekt är det inte avgörande vilken operatör som körde trafiksystemet under ett visst år utan det är trafikens struktur som är viktig. Det är snarare intressant att dela in trafiken i kommersiell fjärrtrafik och samhällsköpt regional trafik eller i linjer som tillgodoser olika marknader.



Figur 3.3: Antalet avgångar per dag på järnvägsnätet, både fjärrtåg och regionaltåg. Källa: Samtrafiken onsdagen 2016-04-20.



Figur 3.4: Trafikhuvudmän/operatörer på det svenska järnvägsnätet. Bandbredden är proportionell mot antalet avgångar. Källa: Samtrafiken onsdagen 2016-04-20.

3.4 Priser och prisFunctioner

Prissystemen för järnväg har blivit alltmer komplexa för den interregionala kommersiella trafiken medan de ibland har blivit enklare och mer enhetliga för den samhällsköpta trafiken, förutom mer begränsade möjligheter att betala kontant. I den kommersiella trafiken kan biljettpriset ändras varje dag och variera med efterfrågan under tiden som biljetterna säljs, från ett halvår i förväg till sista minuten. För att användas i ett prognosystem som Visum krävs det att biljettpriserna generaliseras och förenklas i vissa avseenden, dock inte lika grovt som i Sampers. Avsikten med detta system är ju inte att återspegla priset på varje enskild avgång utan att återspegla en genomsnittskostnad för resenärerna.

Vi har i detta projekt utgått från de mätningar som vi gjort i projektet utbud och priser där vi har en tidsserie ända från 1990 till 2017 på priser för ett stort antal relationer. Vi har där sedan de mer flexibla priserna infördes valt att mäta priserna på långväga resor vid bokning en vecka innan, som får representera ett genomsnittspris för dessa resor. När det gäller SJ så finns det normalt sex olika priskategorier beroende på flexibilitet: Ej ombokningsbar, ombokningsbar respektive återbetalningsbar samt för två komfort- och serviceklasser: 1- och 2 klass. Ett exempel på utdrag ur databasen för relationen Malmö–Stockholm framgår av tabell 3.5.

För att få taxefunktioner till Visum krävs inte bara priser på ett antal ändpunktsrelationer utan också på några stationer längs vägen. Därför togs data för ett större antal relationer fram i utbuds-databasen för 2017. Utifrån dessa data har samband tagits fram för olika linjer och produkter. Det kan ibland variera ganska mycket men man ser ändå ett tydligt mönster för de flesta produkter som beror på konkurrenssituationen och resenärernas betalningsvilja.

Tabell 3.5: Exempel på utdrag ur databasen för relationen Malmö-Stockholm 2017-03-22.

Opera- tör	Produkt	Tågnr	Avgångs- datum	Tur nr	Avgång	Ankomst	Anslut- ning	Restid	2 klass			1 klass		
									ej ombokr	ombokn	återbet	ej ombokr	ombokn	återbet
SJ	Snabbtåg	10522	2017-03-22	1	4:58	9:39	direkt	4:41	660	757	901	830	926	1071
SJ	Snabbtåg	500	2017-03-22	2	5:20	9:46	direkt	4:26	206	302	687	502	598	810
SJ	Snabbtåg	10524	2017-03-22	3	5:58	10:39	direkt	4:41	417	513	706	830	926	1071
SJ	Snabbtåg	21526	2017-03-22	4	6:58	11:39	direkt	4:41	502	598	743	1253	1349	1493
SJ	Snabbtåg	10528	2017-03-22	5	7:58	12:39	direkt	4:41	417	513	706	915	1011	1156
SJ	Snabbtåg	21530	2017-03-22	6	8:58	13:39	direkt	4:41	502	598	743	745	842	986
SJ	Snabbtåg	10532	2017-03-22	7	9:58	14:39	direkt	4:41	417	513	706	587	683	828
SJ	Snabbtåg	10534	2017-03-22	8	10:58	15:39	direkt	4:41	333	430	699	830	926	1071
SJ	Snabbtåg	21536	2017-03-22	9	11:58	16:39	direkt	4:41	333	430	699	999	1095	1240
SJ	Snabbtåg	21538	2017-03-22	10	12:58	17:39	direkt	4:41	587	683	828	1084	1180	1324
SJ	Snabbtåg	10540	2017-03-22	11	13:58	18:39	direkt	4:41	502	598	743	1084	1180	1324
SJ	Snabbtåg	21542	2017-03-22	12	14:58	19:39	direkt	4:41	830	926	1071	1412	1508	1653
SJ	Snabbtåg	10544	2017-03-22	13	15:58	20:39	direkt	4:41	999	1095	1240	1084	1180	1324
SJ	Snabbtåg	21546	2017-03-22	14	16:58	21:39	direkt	4:41	999	1095	1240	1412	1508	1653
SJ	Snabbtåg	21550	2017-03-22	15	18:58	23:39	direkt	4:41	248	345	691	745	842	986
SJ	Nattåg	2	2017-03-22	16	22:08	5:54	direkt	7:46	417	505	646	841	929	1075
Snälltåget	Tåg	3940	2017-03-22	17	9:20	14:20	direkt	5:00	194	293	293	319	418	418

Av figur 3.6 framgår sambandet mellan pris och avstånd för linjen Malmö–Stockholm för alla priskategorier. Priset ökar med avståndet upp till ca 450 km från en viss minimivå. Upp till 450 km är restiden ca 3 timmar vilket gör snabbtåget konkurrenskraftigt med flyg. På drygt 600 km avstånd ligger Stockholm och dit tar tåget ca 4,5 timmar medan flyg från city till city tar ca 3 timmar inklusive matartransporter och terminaltid. Det innebär att det inte går att ta ut lika högt pris där relativt sett.

Av figur 3.7 framgår sambandet något förenklat för de två priskategorierna ombokningsbar 1- och 2 klass-biljett. Där syns också mönstret tydligare. Med hjälp av ett kalkylprogram går det också att definiera formler i form av ekvationer som följer kurvorna. Dessa är dock relativt komplicerade och vi har valt att förenkla sambanden innan vi använder dem i Visum.

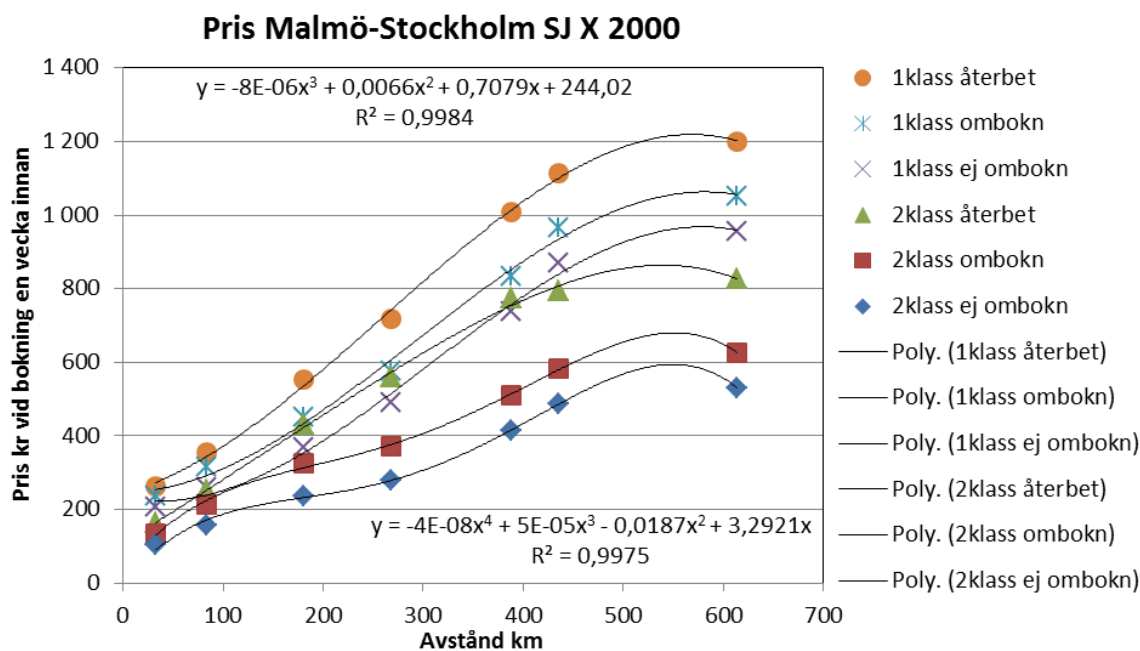
Dessa samband är dock intressanta att studera i sig. Av figur 3.8 framgår priskurvan för Göteborg–Stockholm för SJ X 2000 och i figur 3.9 för MTR Express. MTR Express ligger generellt lägre än SJ i denna mätning men båda har samma struktur. Intressant att notera är att det är dyrare att åka Göteborg–Södertälje än Göteborg–Stockholm. Sannolikt beror det på att flygkonkurrensen i Södertälje är betydligt lägre då det ligger långt från både Bromma och Arlanda och därmed kan marknadspriset vara högre där.

Av figur 3.10 framgår de prisFunctioner som vi konstruerat utifrån tillgängliga data för SJ snabbtåg och MTR Express Göteborg–Stockholm. Generellt finns det ett lägsta pris för privat och tjänsteresor som beror på att man inte vill fylla fjärrtågen med kortväga resenärer. För SJ är lägsta priset ca 100 kr i 2 klass och ca 150 kr i 1 klass. För MTR Express är det högre.

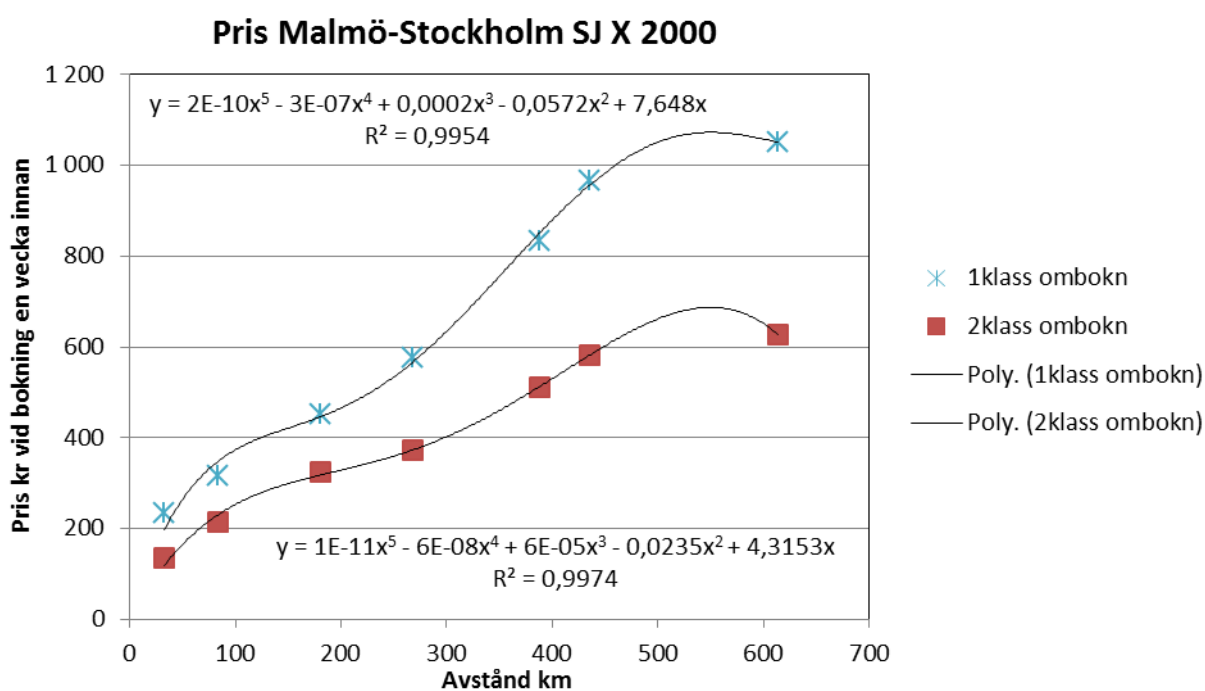
SJ:s taxa ökar proportionellt med avståndet upp till ca 450 km vilket motsvarar Göteborg–Stockholm. MTR Express taxa är ungefär konstant upp till ca 200 km och ökar sedan med avståndet upp till ca 450 km men ligger där fortfarande under SJ. MTR:s taxa har dragits ut till 500 km men de kör egentligen bara till 455 km. SJ:s taxa har dragits ut till 700 km så att relationen Malmö–Stockholm ska komma med också.

Av figur 3.11 framgår den taxa som har konstruerats för SJ:s snabbtåg. För Göteborg–Stockholm och Malmö–Stockholm där genomsnittshastigheten är hög är priskurvan ungefär densamma, den ökar upp till ca 450 km och avtar sedan. För linjerna Stockholm–Sundsvall, Stockholm–Östersund och Stockholm–Oslo där genomsnittshastigheten är lägre ligger kurvan generellt sett lägre. Här är konkurrenskraften gentemot flyg och bil inte lika hög – sannolikt inte heller betalningsviljan vilket påverkar prisbilden.

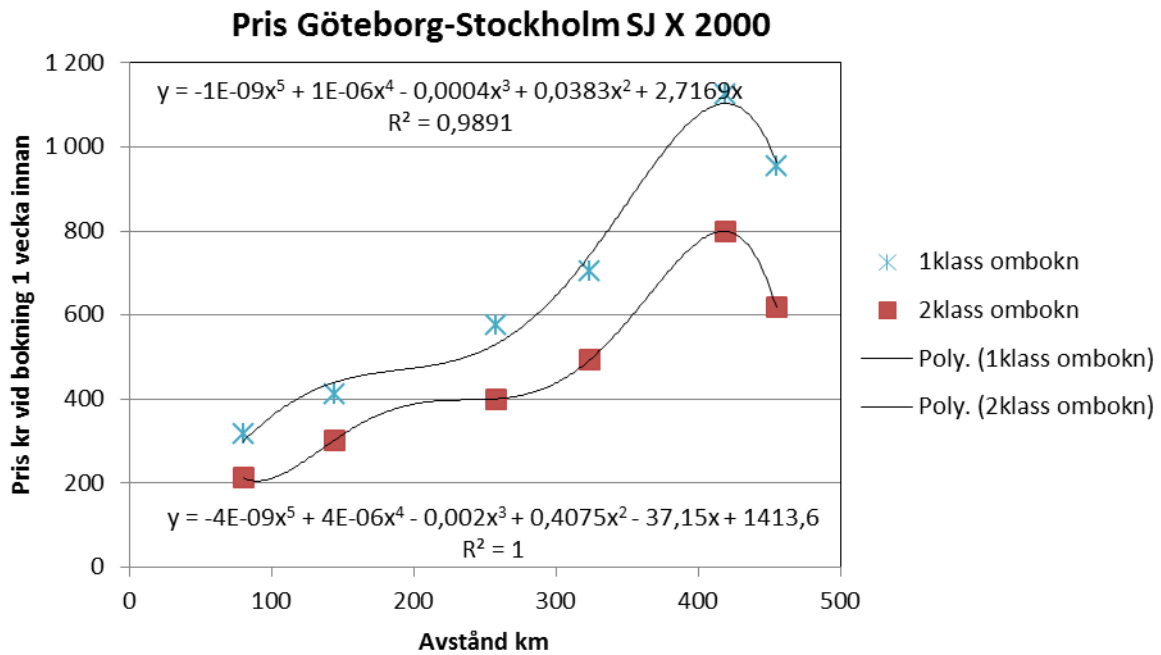
Prisbilden för SJ Nattåg och SJ InterCity framgår av figur 3.12. Nattågen har en ganska platt taxa som teoretiskt börjar på 500 kr för privatresor (liggvagn) och 700 kr för tjänsteresor (sovvagn). I figur 3.13 jämförs Snälltågets prisbild för Malmö–Stockholm med SJ Inter City Stockholm–Östersund/Dalarna då SJ inte kör IC-tåg på Malmö–Stockholm. Snälltåget tillämpar en mycket likformig taxa som liknar enhetstaxa med nästan konstant pris upp till 300 km och därefter svagt stigande. SJ:s prisbild är mer avståndsberoende.



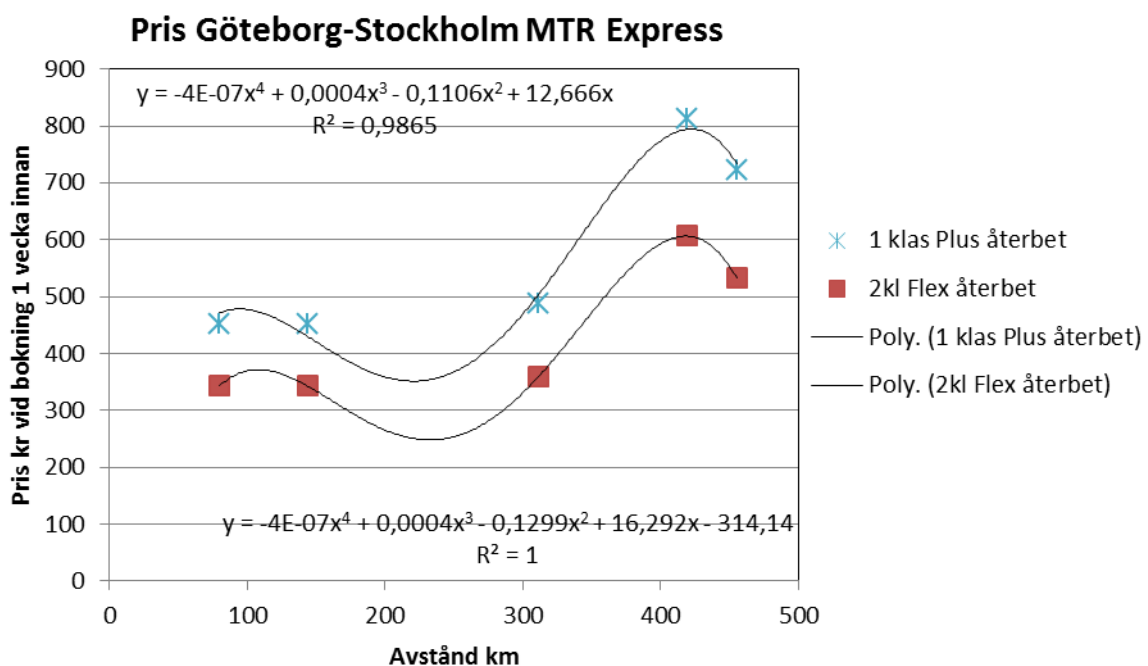
Figur 3.6: Samband mellan biljettpris och avstånd för SJ X 2000 Malmö–Stockholm. Genomsnittspris för alla priskategorier vid bokning en vecka innan onsdag 2017-03-22.



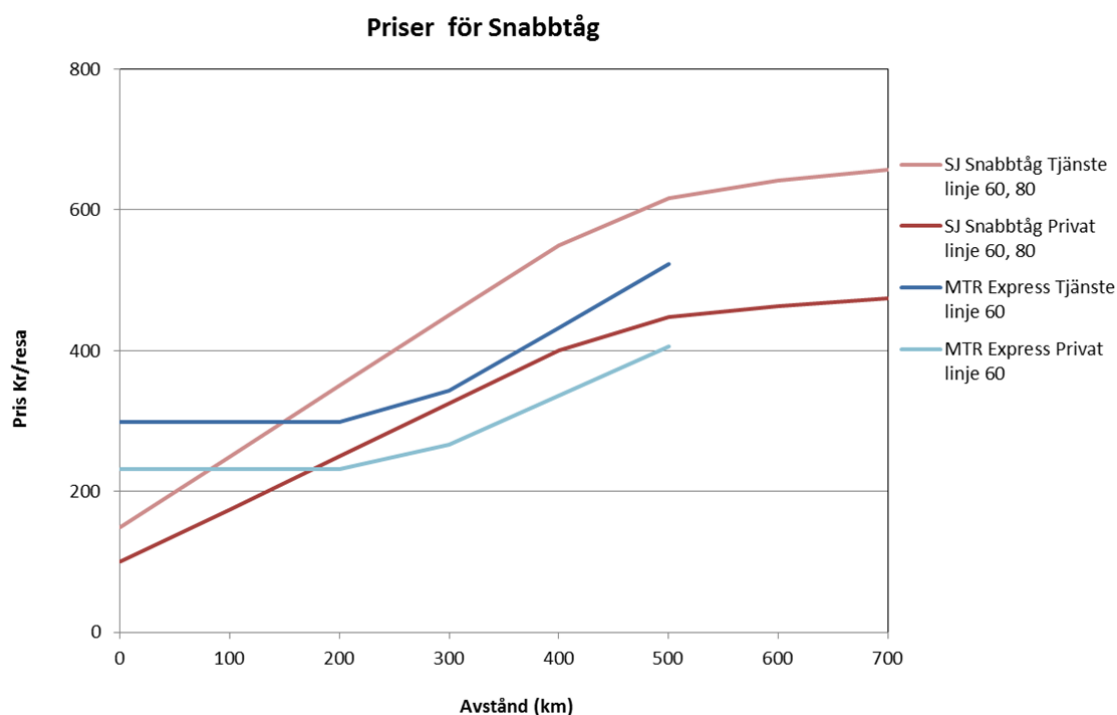
Figur 3.7: Samband mellan biljettpris och avstånd för SJ X 2000 Malmö–Stockholm. Genomsnittspris för ombokningsbar 1- och 2-klass-biljett vid bokning en vecka innan onsdagen 2017-03-22.



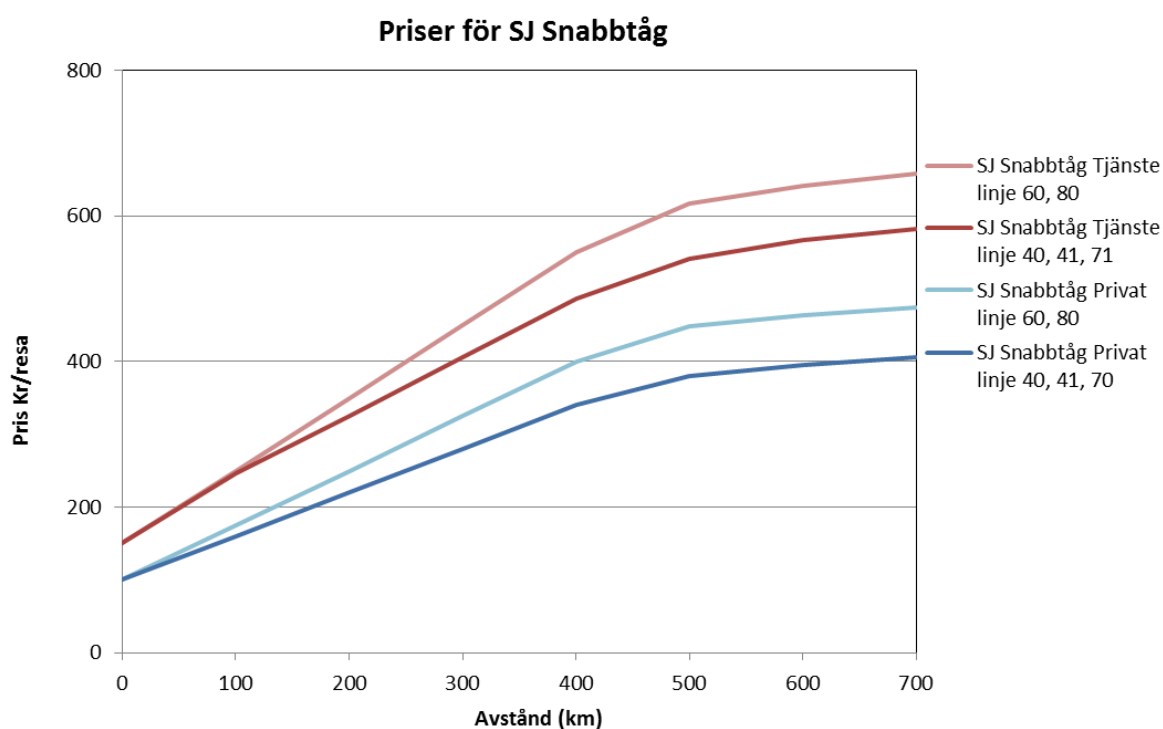
Figur 3.8: Samband mellan biljettpris och avstånd för SJ X 2000 Göteborg–Stockholm. Genomsnittspris för ombokningsbar 1- och 2-klass-biljett vid bokning en vecka innan onsdagen 2017-03-22.



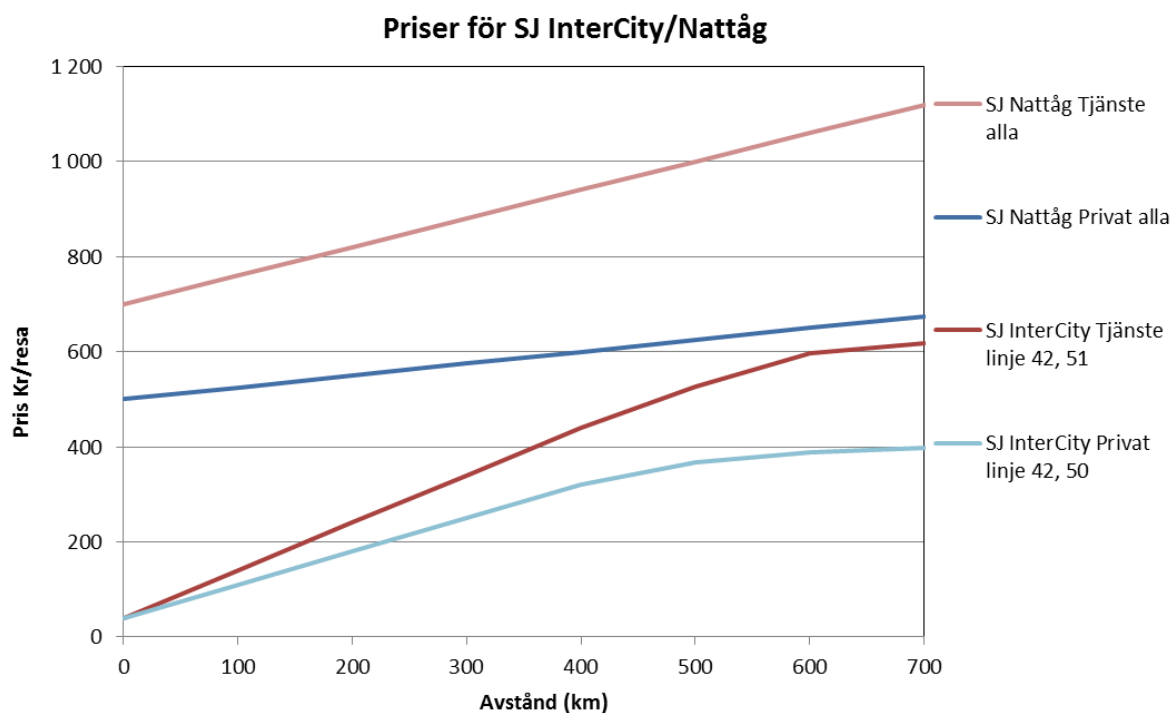
Figur 3.9: Samband mellan biljettpris och avstånd för MTR Express Göteborg–Stockholm. Genomsnittspris för ombokningsbar 1- och 2-klass-biljett vid bokning en vecka innan onsdagen 2017-03-22. Dessa ekvationer är teoretiskt korrekta men är svåra att använda då de får orimliga värden mellan 200 och 300 km och har där för förenklats, se figur 3.6 nedan.



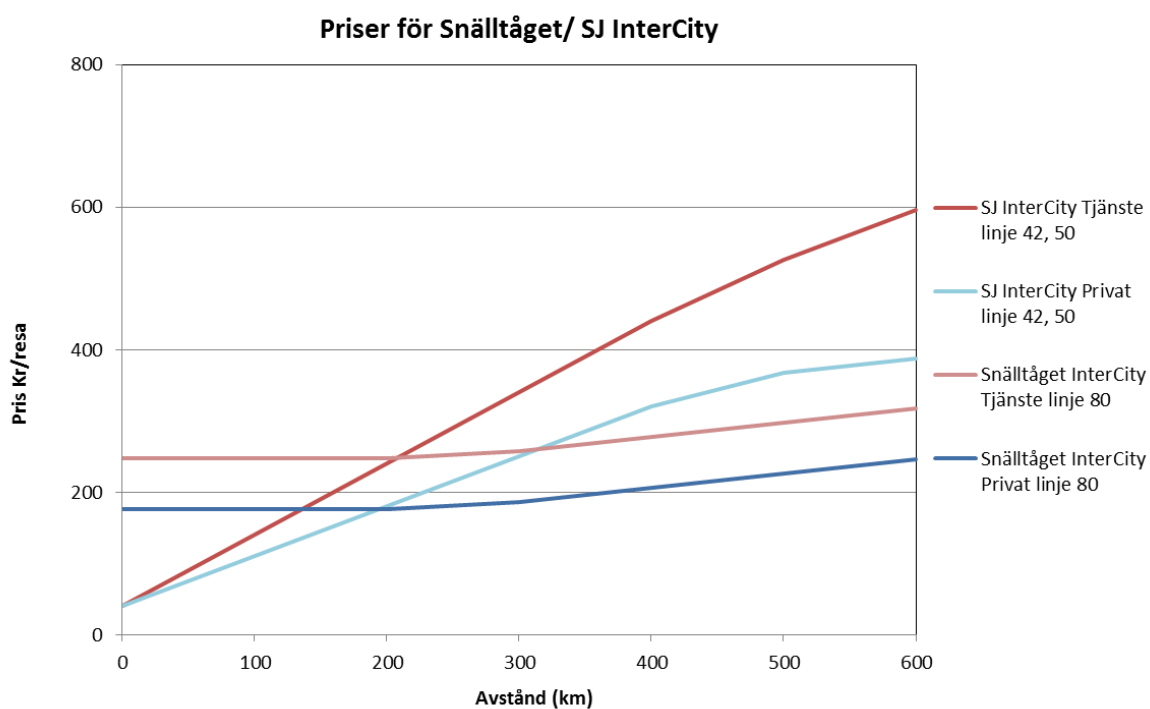
Figur 3.10: Förenklade prisfunktioner för SJ Snabbtåg och MTR snabbtåg Göteborg–Stockholm (linje 60) och för SJ även förlängd till Malmö–Stockholm (linje 80).



Figur 3.11: Förenklade prisfunktioner för SJ Snabbtåg på linjerna 60 och 80 Göteborg–Stockholm och Malmö–Stockholm samt på linjerna 40, 41 och 70 Stockholm–Sundsvall, Stockholm–Östersund och Stockholm–Oslo.



Figur 3.12: Förenklade prisfunktioner för SJ Nattåg och Inter City på linjerna 42 och 50 Stockholm–Östersund och Stockholm–Dalarna.



Figur 3.13: Förenklade prisfunktioner för Snälltåget på linje 80 Malmö–Stockholm och SJ InterCity på linjerna 42 och 50 Stockholm–Östersund och Stockholm–Dalarna.

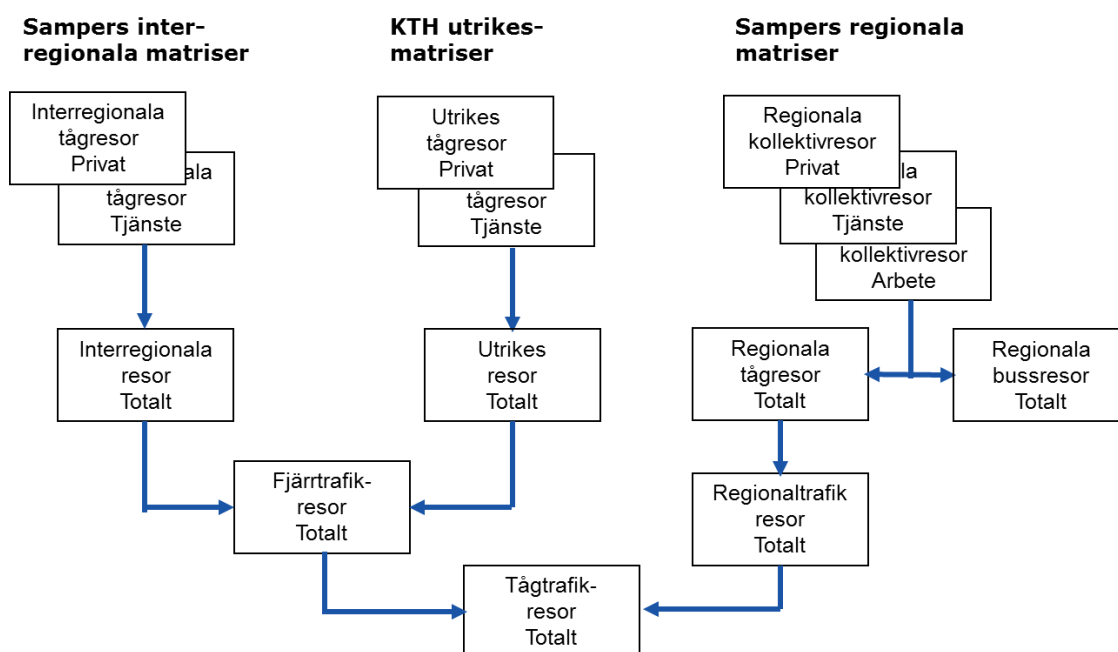
4 Databaser

4.1 Data över resandet

Utgångspunkten är Sampers tågresor som tagits fram för år 2014. Sampers har ca 700 områden för interregionala tågresor. I denna ingår en matris för utrikes tågresor som tagits fram av KTH Järnvägsgrupp. De regionala tågresorna hämtas också från Sampers men har aggregerats till samma områden som de interregionala matriserna, se även kap. 2.4.

De interregionala resorna och utrikesresorna är uppdelade i privat- och tjänsteresor. De regionala resorna är uppdelade i privat-, tjänste- och arbetsresor, se figur 4.1. En komplikation är att Sampers regionala matriser avser kollektivtrafik som helhet. Därför måste de innan de används i resandeflöden fördelas på buss och tåg. Vi har inte i detta projekt haft resurser att också koda in ett bussnät och göra en fullständig färdmedelsvalsmodell. Därför har vi avgränsat järnvägsresorna genom att förlänga de så kallade skaften på matarresorna så att inte resenärerna ska åka tåg långa omvägar eftersom det inte finns några bussar.

Interregionala och utrikes resor utgör tillsammans fjärrtrafikresor och de regionala resorna utgör regionaltrafikresor. Alla resor fördelas på samma utbud på järnvägsnätet i Sverige. Det innebär att interregionala resor kan använda lokal och regionala tåg för matarresor. Regionala resenärer kan även använda interregionala tåg men sannolikheten är mycket mindre eftersom de går längre sträckor och inte stannar på så många stationer. I en del tågssystem, framförallt snabba regionaltåg, förekommer dock både interregionala och regionala resor t.ex. i Öresundstågen, SJ:s tåg i Mälardalen och Norrtåg.



Figur 4.1: Principskiss över hur matriserna bearbetas i resandeflöden.

4.3 Fordonsdatabasen

Trafikverkets register innehåller inga uppgifter om kapaciteten per vagn eller tåg. Därför har en särskild databas lagts upp med hjälp av SLMP 2017 (Diehl och Nilsson, 2017) som innefattar kapaciteten i antal sitt- och ståplatser per vagn och tågsätt (för motorvagnståg), bruttovikt, längd, effekt och dragkraft för dragfordon samt tillverkningsår, några exempel framgår av tabell 4.3. Det finns 100 olika fordon i fordonsdatabasen.

I persontrafik används dels lok och vagnar dels motorvagnståg. I ett motorvagnståg har alla vagnar sittplatser och all drivutrustning är placerad under golvet eller i andra utrymmen. Typiska motorvagnståg är pendeltåg, tunnelbanor och spårvagnar, men moderna motorvagnståg används även för regionaltrafik och snabbtåg och dominerar numera i persontrafiken. Ett motorvagnståg kan ha flera drivna axlar än ett lokdraget tåg och kan därför också ha bättre acceleration, vilket är särskilt betydelsefullt i pendeltrafik med många stopp.

Ett lokdraget tåg kan sammansättas av ett varierande antal vagnar av olika typer beroende på trafikuppgiftoch beroende av plattformslängderna. Ett motorvagnståg består oftast av ett antal permanent sammankopplade vagnar men flera tågsätt kan kopplas samman (multipelkopplas) om det behövs mer kapacitet.

Vissa motorvagnståg kan kopplas samman av olika vagn typer där varje vagn har en egen littera (typbeteckning) och nummer medan andra enbart har en littera och nummer för hela tågsättet. Därför är fordonsregistret indelat i permanent sammanhållna tågsätt och tågsätt med mellanvagnar. För en fordonstyp X52 (Regina) förekommer båda delar vilket gör att man måste hålla reda på de individuella numren.

Tabell 4.3: Utdrag ur fordonsdatabasen som byggts upp med hjälp av SLMP 2017.

Typ	Förklaring	Antal sitt- i sitt/sovplatser i			Stå- platser	Antal Vagnar st	längd m	Tjänste- vikt ton	Adhensions- vikt ton	Antal axlar st	Max axellast ton	Effekt kW	Drag- kraft kN	sth km/h	Antal fdn SLMP 2017	Ålder medel år 2018
		platser	2klass	1klass												
Elokk																
B242	Eurosprinter					1	19,3	86,0	86,0	4	21,3	6 400	300	230	6	17
RC1	Rc-lok					1	15,5	80,0	80,0	4	20,0	3 600	275	135	4	51
Elmotorvagnarståg - sammanhållna tågsätt																
X74	MTR Snabbtåg X74	246	246			5	105,5	216,0	109,0	10	19,0	4 500	240	200	6	3
X3	ArlandaExpress	228	228			4	93,1	193,0	98,0	16	16,0	2 240		200	7	20
Elmotorvagnarståg med mellanvagnar																
X55A	Vagn 1kl	62		62		1	27,0	71,0	71,0	4	18,5	1 060	81	200	20	7
X55B	Vagn 2kl	76	76			1	26,6	71,0	71,0	4	18,5	1 060	81	200	20	7
URB55	Vagn Bistro	48	48			1	26,6	61,0	0,0	4	15,0	0	0	200	20	7
X55M	Manövernagn	59	59			1	27,0	71,0	71,0	4	18,5	1 060	81	200	20	7
Dieselmotorvagnar																
Y31	Dieselmotorvagn Y31	100	100			2	39,2	79,0	44,0	6	17,0	960	120	140	24	12
Y32	Dieselmotorvagn Y32	160	160			3	55,6	98,0	42,0	8	17,0	960	120	140	6	15
Personvagnar																
A7	Psv 80-tal 1kl	52		52		1	26,4	48,0		4				160	18	35
B7	Psv 80-tal 2kl	78	78			1	26,4	46,5		4				160	148	34
Lokalbanor																
X10p-3	SL Roslagsbanan	232	232			3	59,7	60,0	27,7	12		400	90	80	35	26
C12-2	SL Saltsjöbanan	144	144		216	2	35,2	42,0	25,0	8	6,3	440		70	15	43

4.5 Komfortfaktorer

Restiden upplevs olika beroende på hur komfortabel resan är. Reser man i ett tåg som går tyst och mjukt, där man sitter i en bra stol och har tillräckligt gott om plats och där det finns möjlighet att äta eller dricka något så upplevs resan kortare än om det motsatta gäller. Det har konstaterats i ett stort antal undersökningar som gjorts av resenärernas värderingar både av KTH Järnvägsgrupp och av andra forskare och konsulter (t.ex. Nelldal et al 1996).

I ASEK föreslås att man ska tillämpa olika tidvärden för tåg, bil och flyg. Tidvärdet för tåg föreslås vara lägre än för bil eftersom man kan arbeta på tåget. I vår modell tillämpar vi i stället en produktfaktor där restiden viktas lägre om det är en komfortabel resa. Det ger också möjlighet att konstruera en vikt för olika tågtyper och även för fiktiva framtida fordon med högre eller lägre komfort samt även för buss, flyg och bil. För att göra detta krävs att man har kunskap om resenärernas värderingar av olika egenskaper i tågen.

Metod för att mäta resenärernas värderingar

Man kan räkna sig fram till resenärernas värderingar med olika statistiska metoder. En del utgår från att man vet hur folk rest i verkligheten. Det tar man reda på genom resvaneundersökningar. Man använder konstaterade preferenser, på engelska Revealed Preferences (RP). Då kan man se hur mycket restiden, priset och färdmedlet betydde för deras val. RP används t.ex. för att skatta värdet av restid, turtäthet och pris i Sampers och Visum.

Ett annat sätt att få reda på detta är att låta folk göra hypotetiska val mellan olika sätt att resa. Det gör man med Stated Preferences experiment (SP), där man får fram påstådda eller härledda värderingar. SP har fördelen att man kan fråga om sådana alternativ som inte finns idag och man kan variera till exempel restider och priser oberoende av varandra.

Intervju med SP innebär att man låter intervjupersoner välja mellan hypotetiska alternativ. I varje valomgång tvingas man ta ställning till flera (till exempel 4) faktorer samtidigt. Varje intervjuperson får göra ett antal (6-12) i regel parvisa val. Vid varje val har nivån för de olika faktorerna (till exempel ryggstöd, pris, turtäthet) varierats på ett för den intervjuade slumpartat sätt. Det fordras normalt minst ca 100 intervjuer för att utvärderingen av svaren ska få god kvalitet.

Svaren från SP-intervjuer kan analyseras med olika metoder, till exempel logitanalys. Genom att jämföra parametern för reskostnaden (till exempel biljettpris tågresa) med parametrarna för andra faktorer (till exempel restid, komfort- och servicefaktorer) fås värdet av dessa. De kvantifierade värdena – värderingarna av olika faktorer – kan dels ställas mot kostnaderna, dels användas i prognosmodeller.

Vid KTH Järnvägsgrupp har ett stort antal Stated Preferences (SP)-undersökningar genomförts i olika tågtyper och även bussar. De mest omfattande resultaten finns i Karl Kottenhoffs avhandling (Kottenhoff, 1999) men många undersökningar har även gjorts därefter. SP-undersökningar syftar till att skatta resenärernas betalningsvilja för olika standardfaktorer såsom buller och vibrationer och modernitet (ny vagn – gammal vagn),

olika typer av servering och sittplatsarrangemang (2+1, 2+2+, 2+3 etc.). Resultatet blir att man får ut hur mycket mer eller mindre resenären är villig att betala i procent av biljettpriset för en viss egenskap.

Exempel på resultat av SP-undersökningar framgår av figur 4.5, som avser mätningar av långväga resor. Det rör sig i regel om en betalningsvilja från 2 % upp till 25 % av taxan. Mindre betydelse, 2-3 % betalningsvilja, har faktorer som dubbeldäckare i stället för envåningståg, 5 cm bredare stol och musikuttag.

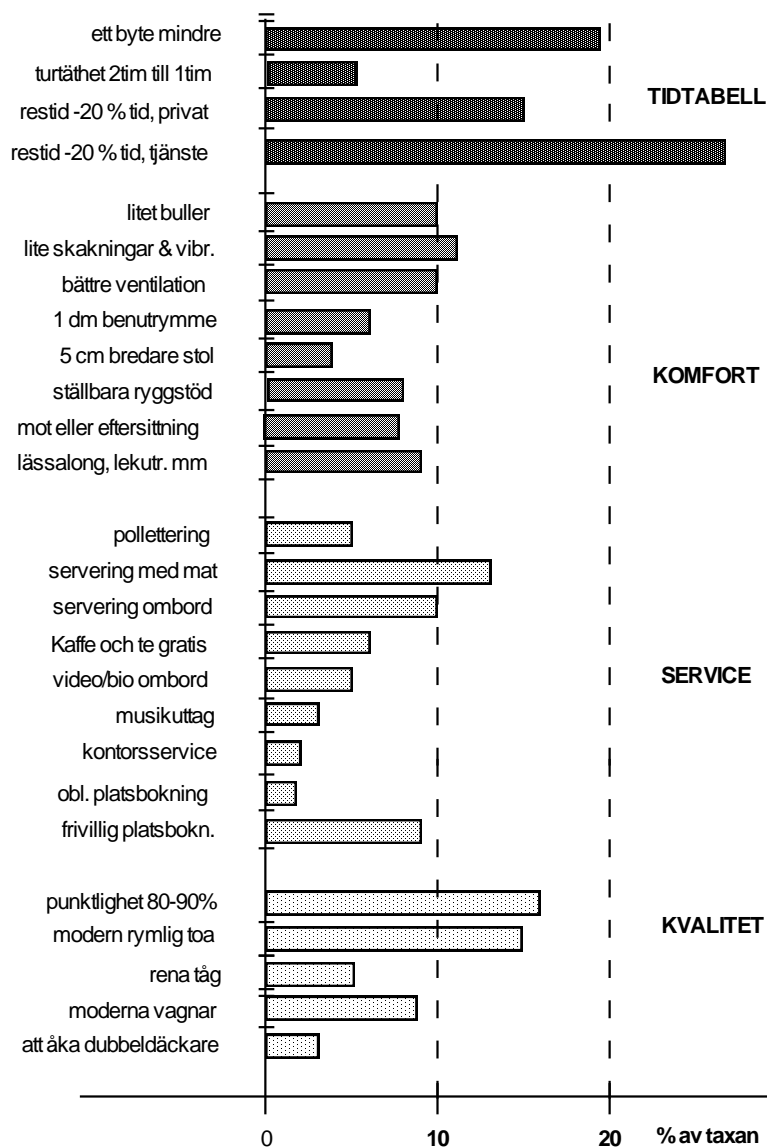
Något större betydelse, omkring 5 % av taxan har större benutrymme (avstånd mellan stolarna), att det finns gratis kaffe och att tågen är rena. Relativt stor betydelse, omkring 10 % har mindre buller och vibrationer, att det finns någon form av servering och att det är ett modernt tåg.

Störst betydelse 15-25 % har tidtabellsfaktorer som restid, turtäthet och byten. Komfortfaktorerna är ett komplement till denna. De kan inte heller adderas till varandra då det blir en paketeffekt där varje tillkommande faktor får mindre betydelse. De utgår också från en normalsituation där ett typiskt genomsnittståg har vissa egenskaper och där det finns tåg som är bättre eller sämre än det.

När man ska använda värderingarna i ett prognosystem kan man i stället omvandla detta till en faktor som reducerar eller förlänger restiden i förhållande till normalläget. I Samvips-systemet har därför en produktfaktor utvecklats som består av produkten av en fordonsfaktor, en servicefaktor och en sittplatsfaktor. För detta ändamål måste resultaten från SP-undersökningarna tolkas och förenklas och de bör inte heller få alltför stor vikt så att de dominerar beräkningarna. Genom de prognoser som genomförts med Samvips-systemet har de kalibrerats så att de får ett realistiskt genomslag.

Normal standard har definierats som ett loktåg utan servering med 2+2-sittning i 2 klass, som har produktfaktorn $1,00 \times 1,00 \times 1,00 = 1,00$, se figur 4.6. Ett snabbtåg som är modernt och går tyst och mjukt, har servering av mat och dryck, och där man sitter normalt får en produktfaktor på $0,85 \times 0,90 \times 1,00 = 0,77$. En rälsbuss, som är gammal och inte har någon servering får en produktfaktor på $1,10 \times 1,00 \times 1,10 = 1,21$, se figur 4.4. Exempel på produktfaktorer i restid för olika tågtyper framgår också av figur 4.7.

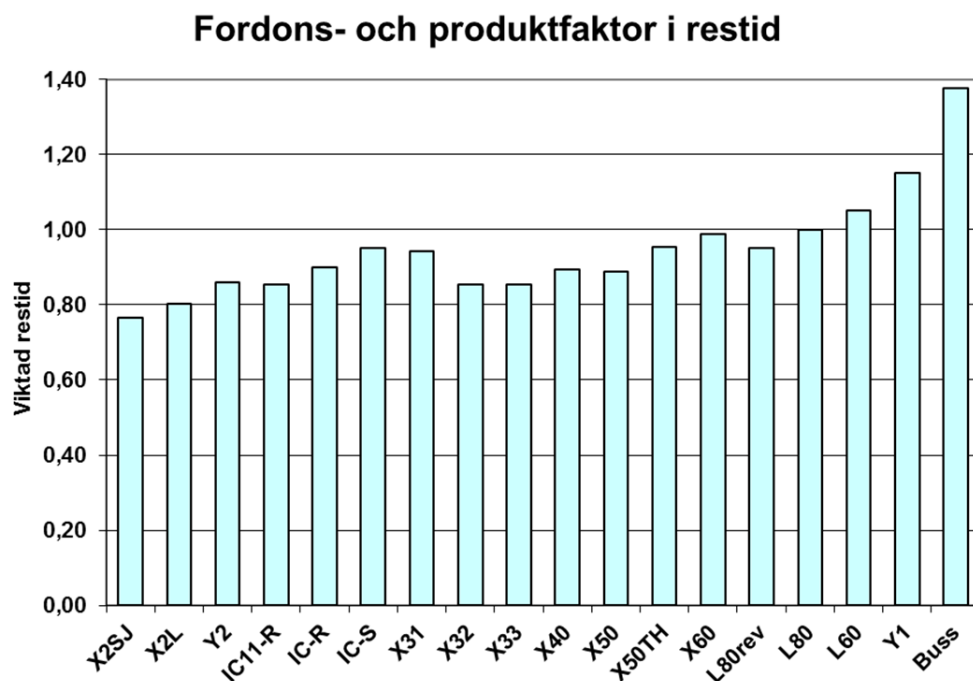
I projektet Resandeflöden har separata faktorer skattats för privat- och tjänsteresor. Orsaken är att det ibland kan var olika standard i 1 klass respektive 2 klass. Ett exempel är SJ:s dubbeldäckare typ X40 som har samma möblering i 1 klass som 2 klass med 2+2-sittning. Vanligen är det annars 2+1-sittning i 1 klass. Det innebär att produktfaktorn i 1 klass inte blir högre än i 2 klass.



Figur 4.5: Exempel på värderingar från SP-undersökningar av några standardfaktorer sorterade efter tillgänglighet, komfort, service och kvalitet. Dessa nivåer avser främst långväga privatresenärer. Källa: Kottenhoff, 1999

	Fordon		Service		Sittplats	
Produktfaktor	Fordonets standard		Serveringskoncept		Sittplatskonfiguration	
	Exempel: • Modernitet • Ljudnivå • Gångegenskaper		Exempel: • Mat • Kaffe • Ingen servering		Exempel: • 2+3 • 2+2 • 2+1	
Loktåg-80	1,00	x	1,00	x	1,00	= 1,00
X 2000	0,90	x	0,85	x	1,00	= 0,77
Y1 "rälsbuss"	1,10	x	1,00	x	1,10	= 1,21

Figur 4.6: Exempel på beräkning av produktfaktor för några olika tågtyper. Produktfaktorn är produkten av fordon, service och sittplats där normal standard = 1,00.



Figur 4.7: Exempel på restidsvikter för några olika tågtyper beräknade med hjälp av produktfaktorn. Normal standard = 1,00.

4.6 Kalibrering av utbudsdata

Utbudet avser en vardag under 2016 (2016-04-20) och matriserna avser ett vardagsmedeldygn. För analyserna behövs förutom dygnsvärden även årsvärden. Eftersom utbudet är mindre i veckoslut, helger och semesterperioder går det inte att multiplicera med 365. För att få årsvärden används en uppskrivningsfaktor som kalibrerats mot järnvägsstatistiken (SOS).

Uppskrivningsfaktorn för utbudsvariablerna har skattats till 298. Den blir olika för utbud och efterfrågan och för långväga och regionala resor, se vidare nästa avsnitt 4.7. De olika tågen har också fördelats på produkter med hjälp av den information som finns i Samtrafikens databas och ibland med manuell bearbetning.

I projektet utbud och priser har information samlats in om förseningar och inställda tåg för perioden 2001-2017. Inställda tåg fanns inte registrerade före 2013. För att få fram ett mått på inställda tåg har Trafikverket tagit fram data över framförda och planerade tågkilometer under varje tidtabellår. Den stämmer inte exakt med Trafikanalys mått på inställda tåg men ger en indikation på variationerna mellan åren. Därmed finns också en databas över antalet planerade och körda tågkilometer fördelade på produkter och linjer för perioden 2001-2017.

Dessa data över antalet tågkilometer per produkt har jämförts med de uppräknade årsvärden som vi tagit fram i Resandeflöden. I nästa avsnitt framgår att det totala antalet tågkilometer och platskilometer stämmer väl med den officiella statistiken. Det stämmer inte lika bra när man delar upp det på produkter men ändå ganska hyggligt om man betänker de osäkerheter som finns när det gäller att definiera produkter.

Av tabell 4.8 nedan redovisas antal tågkilometer statistik i Trafikverkets databas och de beräknade årsvärdena i resandeflöden. Utbudet i resandeflöden är uppräknade från april 2016 medan körda tågkilometer avser hela året. Av trafikverkets statistik framgår att 5 % av de planerade tågkilometrarna inte kördes under året. Det har förmodligen ställts in eller inte körts successivt under året. Störst andel inställda tågkilometer finns i gruppen fjärrtåg inkl. natttåg ingår där 12 % var planerade men inte kördes.

När det gäller det totala antalet tågkilometer så stämmer den uppräknade siffran i resandeflöden exakt med Trafikverkets statistik, se tabell 4.9. De skiljer lite mellan olika produkter beroende på att de har varierande utbud under veckan och året. Det beror sannolikt på hur man definierat de olika produkterna. I Trafikverkets databas kan man se att samma linje kan ha kodats som olika produkter mellan olika år. I tabellen har vi korrigerat för att Öresundstågen mellan Göteborg och Malmö har kodats som fjärrtåg medan vi har kodat dem som regionalståg. Även andra avvikelser kan förekomma. Det viktiga är att totalerna stämmer väl överens.

Tabell 4.8: Antalet framförda tågkilometer 2014-2016 (miljoner) enligt Trafikverkets databas samt antalet planerade och körda tågkilometer 2016. Källa: Bearbetning av Trafikverkets databas (KTH).

Framförda tåg miljoner tågkm	2014	2015	2016	2014- 2016	Tågkilometer 2016		Andel inställda
					Körda	Planerade	
SNABB	17,1	18,7	18,9	10%	18,9	19,7	4%
FJÄRR INKL. NATTÅG	10,8	10,9	11,5	7%	11,5	13,1	12%
REGION INKL. FLYG	57,1	57,8	58,8	3%	58,8	62,0	5%
PENDEL	27,5	27,4	28,7	4%	28,7	29,4	2%
PRODUKT SAKNAS	1,1	0,8	1,0	-15%	1,0	0,9	-2%
SUMMA	113,7	115,7	118,9	5%	118,9	125,2	5%

Tabell 4.9: Utbud i miljoner tågkilometer i resandeflöden uppräknade till årsvärden samt jämförelse mot antalet framförda tågkilometer 2016 fördelade på produkter enligt Trafikverkets databas.

Tågkilometer (miljoner)	2016 beräknat	2016 statistik	Faktor	korr för Öresundståg	Faktor
Snabbtåg	19,8	18,9	1,05	18,9	1,05
Intercity och nattåg	8,3	11,5	0,72	-4,0	7,5
Regionaltåg och övrigt	63,4	59,8	1,06	4,0	63,7
Pendeltåg	26,7	28,7	0,93	28,7	0,93
Summa	118,2	118,9	0,99	118,9	0,99

4.7 Kalibrering av resandeflöden

Sampers matriser avser läget år 2014. Resandeflöden avser att spegla situationen år 2016. Utbudet är också hämtat från 2016. Därför måste utbud och efterfrågan kalibreras så att det stämmer med läget år 2016. Sampers matriser avser resor en medelvardag, i Resandeflöden är även resandet per år intressant. Statistik över resandet per år publiceras i SOS (Sveriges Officiella Statistik). De senaste publicerade statistiken avser just 2016 varför denna kan användas för en kalibrering på totalnivå.

Av tabell 4.10 framgår årsvärden för 2014-2016 från Bantrafik 2016 i form av tågkilometer, personkilometer och platskilometer. Regionala resor och fjärtrafik finns särredovisade. Sampers matriser avser inrikes långväga och regionala resor 2014. Snabbtåg fanns särredovisade 2014. För 2015 finns inga uppgifter i SOS men det finns i EU:s transportstatik. För 2016 har antalet personkilometer skattats av KTH och ska ses som ett ungefärligt värde. En skillnad mellan Trafikverkets databas och den officiella järnvägsstatistiken är att Roslags- och Saltsjöbanan ingår i den officiella järnvägsstatistiken (SOS) då de definitionsmässigt är järnvägar. Då de inte förvaltas av Trafikverket ingår de inte i Trafikverkets databas över körda tågkilometer. De ingår dock i Samtrafikens databas.

Till en början hade vi med både Roslags- och Saltsjöbanan (och även tunnelbanan) i Resandeflöden men det blev problem med att avgränsa trafikunderlaget då vi inte har kunnat ta hänsyn till bussutbudet i detta projekt. Därför beslutade vi att ta bort dessa lokala järnvägar ur resandeflöden och har korrigerat statistiken som vi kalibrerar mot total järnväg exkl. Roslags- och Saltsjöbanan.

De värden som använts för kalibrering och uppräknings till årsvärden framgår av tabell 4.11. Det utbud som används i Resandeflöden avser 2016 och multipliceras utbudet en vardag med faktorn 298 så stämmer det totala antalet tågkilometer exakt med järnvägsstatistiken. Även platskilometer stämmer väl vilket tyder på att fordonsdatabasen i kombination med trafikdatabasen fungerar.

De långväga resorna har ökat med 7,1 % och de regionala med 4,2 % mellan 2014-2016. Dessa uppskrivningsfaktorer har används för att skriva upp resorna i Sampers matriser till 2016. För att få årsvärden har de långväga resorna skrivits upp med 308 och de regionala resorna med 290. Att de blir olika beror bl.a. på att de regionala arbetsresorna minskar mycket på helgerna medan de långväga resorna är ganska omfattande.

Tabell 4.10: Sammanställning av den officiella statistiken för all järnvägstrafik i Sverige, inklusive Roslags- och Saltsjöbanan. Källa: Trafikanalys Bantrafik 2016.

SOS statistik	2014	2015	2016	2016/ 2014
Tågkilometer (tusen)				
Persontåg	115 886	117 422	121 971	5,3%
Personkilometer (miljoner)				
Regionala resor	5 915	6 121	6 152	4,0%
Fjärrtrafik	6 207	6 529	6 648	7,1%
Totalt	12 121	12 650	12 800	5,6%
Fjärrtrafik	6 207	6 529	6 648	7,1%
I internationell trafik	493	529	467	-5,2%
Inrikes fjärrtrafik	5 714	6 000	6 181	8,2%
<i>därav</i>				
Med snabbtåg*	3 228	3 450	3 800	17,7%
Övriga fjärrtåg	2 486	2 550	2 381	-4,2%
Platskilometer (miljoner)				
Eldrift	33 525	34 139	35 386	5,6%
Dieseldrift	748	757	849	13,6%
Summa	34 272	34 896	36 235	5,7%
Beläggingsgrad	35,4%	36,3%	35,3%	

*) 2014 och 2015 enligt EU-statsistik, 2016 skattat av KTH

Tabell 4.11: Kalibrering av resandeflöden mot total järnvägstrafik exkl. Roslags- och Saltsjöbanan. Ökningsfaktorer för personkilometer och uppräkningsfaktorer för årsvärden.

Järnväg exkl. Roslags- och Saltsjöbanan							
Persontrafik SOS statistik	2014	2015	2016	Öknings- faktor	Årsfaktor/ dygn	2016 Utfall	kvot
Tågkilometer (miljoner)							
Totalt	112,1	113,6	118,2	5,4%	298	118,2	100,0%
Platskilometer (miljoner)							
Totalt	33 302	33 926	35 265	5,9%	298	34 922	99,0%
Personkilometer (miljoner)							
Fjärrtrafik	6 207	6 529	6 648	7,1%	308	6 637	99,8%
Regionala resor	5 703	5 909	5 940	4,2%	290	5 945	100,1%
Totalt	11 909	12 438	12 588	5,7%	299	12 583	100,0%

5 Resandeflöden på järnvägsnätet

5.1 Det totala långväga och regionala tågresandet

Med nätutläggningsprogrammet i Visum kan resandeflödena åskådliggöras på kartor över järnvägsnätet i Sverige. Några exempel redovisas i detta kapitel.

Av figur 5.1 framgår det totala tågresandet i Sverige under ett vardagsmedeldygn. Mönstret blir ganska tydligt: Det är mycket lokal resor omkring storstäderna och sedan ett omfattande långväga eller interregionalt resande mellan storstäderna och längs norrlandskusten.

Eftersom man i detta fall mäter antal resor på varje länk så dominerar de hårt belastade länkarna närmast storstäderna bilden helt.

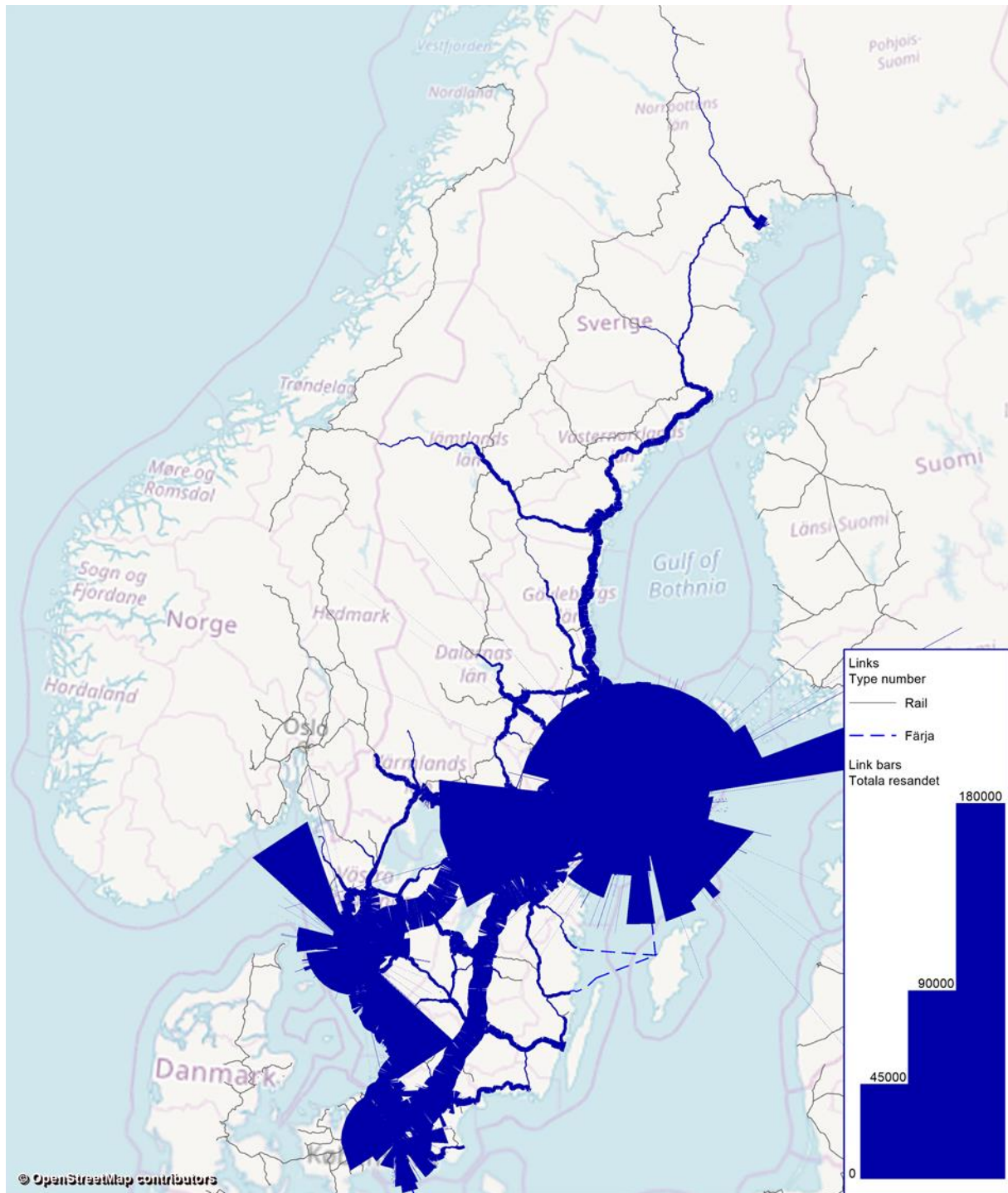
Skulle man däremot räkna i personkilometer, det vill säga multiplicera antal resor med reslängden, är de långväga resandet större än det regionala. Men det är mer utsträckt i geografien och toppbelastningen är inte lika hög. Därför är det intressant att också studera det långväga och regionala resandet var för sig.

I figur 5.2 visas antal resor per vardagsmedeldygn där det långväga resandet i rött är separerat från det regionala resandet i grönt, som lagts ovanpå det långväga. Man ser ännu mer tydligt att det interregionala resandet går mellan de större städerna och att de dominerar resandet däremellan medan det regionala resandet är mer koncentrerat omkring de stora orterna.

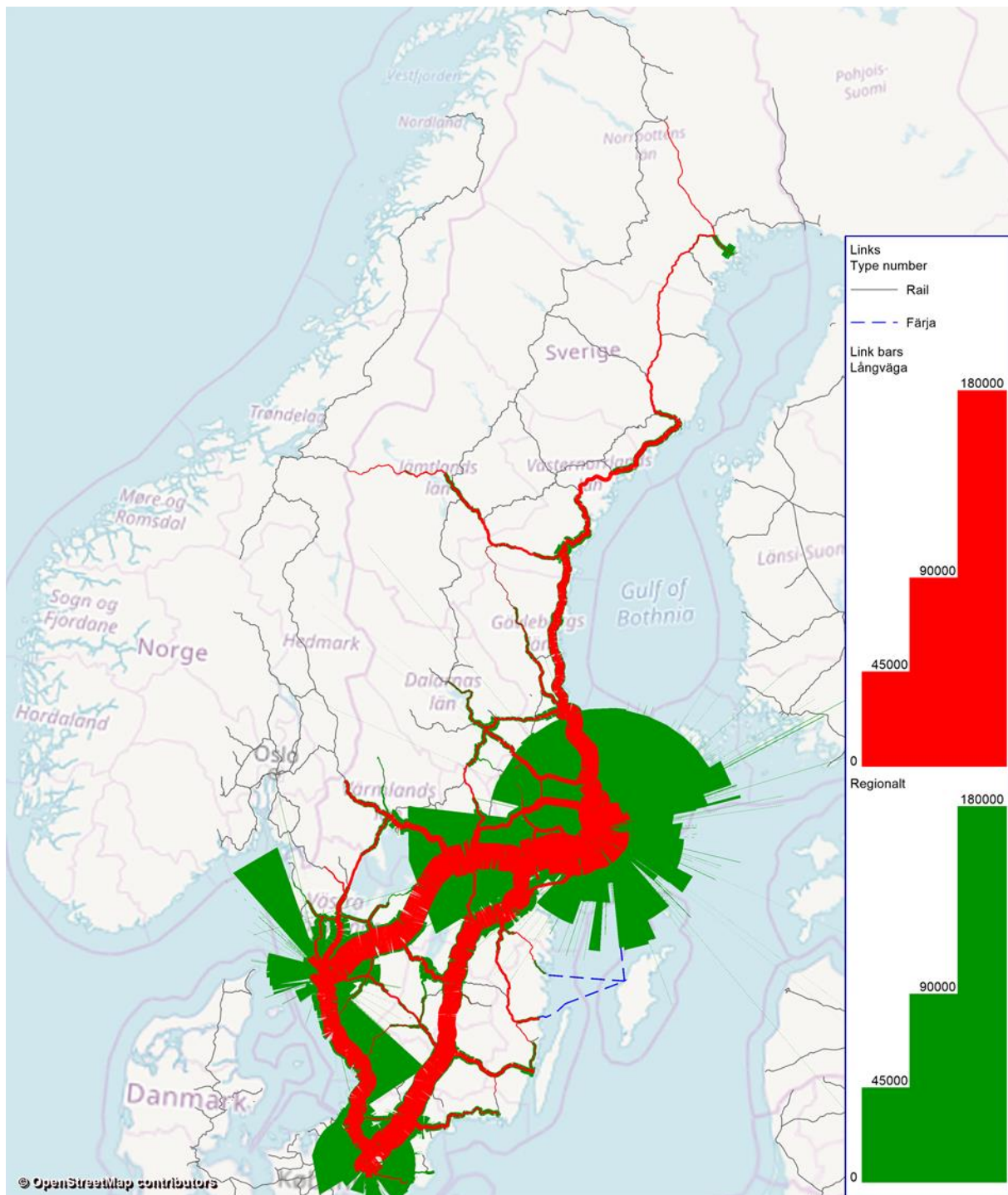
I denna figur ligger det långväga resandet längst in och det regionala resandet utanpå det. När det regionala resandet ligger utanpå blir det uppdelat på två gröna band på vardera sidan om det röda. Det gör att det inte framstår fullt lika tydligt. En generell iakttagelse är att det långväga resandet dominerar längs linjerna ute i landet och att det regionala resandet dominerar omkring storstäderna och banden blir bredare mellan vissa städer ute i landet där det finns ett bra utbud.

För att renodla bilden presenteras också det långväga resandet och det regionala resandet på separata kartor. Av figur 5.3 framgår de långväga resorna och man ser tydligt de stora flödena Stockholm–Göteborg, Stockholm–Malmö, Göteborg–Malmö och Stockholm–Sundsvall–Umeå. Utanför dessa stråk är de långväga flödena mindre, men ändå relativt stora på t.ex. Stockholm–Västerås–Örebro, Stockholm–Borlänge, Stockholm–Karlstad samt på ytterligare några länkar. Av figur 5.4 framgår även tågresor till utlandet över gränsen till Norge, Danmark och vidare till Tyskland. Dessa flöden är mycket små på grund av dåligt utbud förutom över Öresund.

Det regionala resandet i figur 5.5 visar en mer fragmenterad bild. Förutom omkring storstäderna så finns det avgränsade områden med mer regionalt resande ute i landet t.ex. i Skåne och mot Karlskrona, Alvesta–Växjö–Kalmar, omkring Jönköping, från Skövde mot Göteborg, omkring Göteborg, i Dalarna och omkring Gävle, Sundsvall–Umeå och Luleå–Boden. Även omkring Stockholm finns ett omfattande regionalt resande utanför pendeltågsområdet men det syns inte på kartan då pendeltågen dominerar bilden.



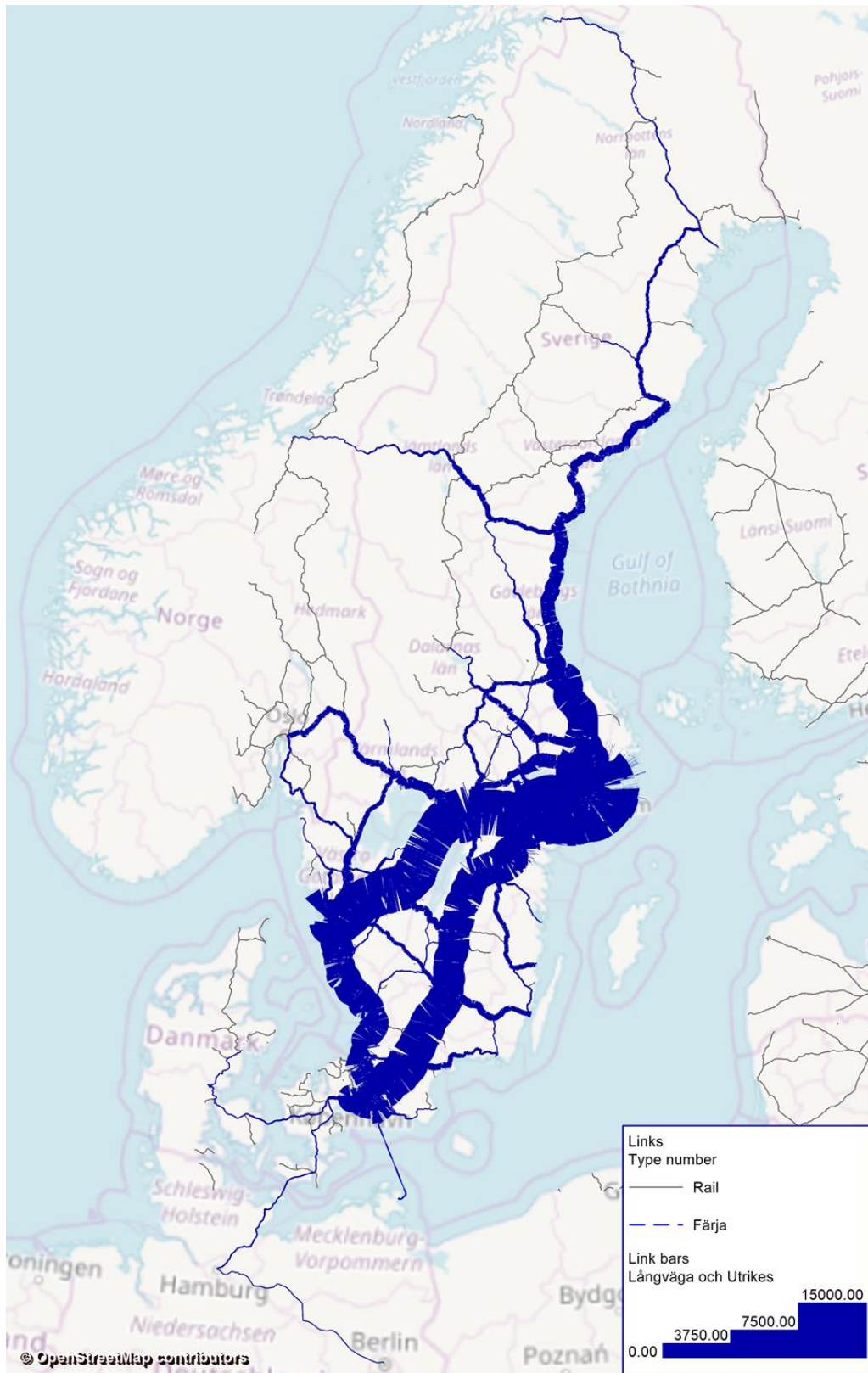
Figur 5.1: Totala tågresandet per vardagsmedeldygn (antal långväga och regionala resor).
Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppräknad till 2016.



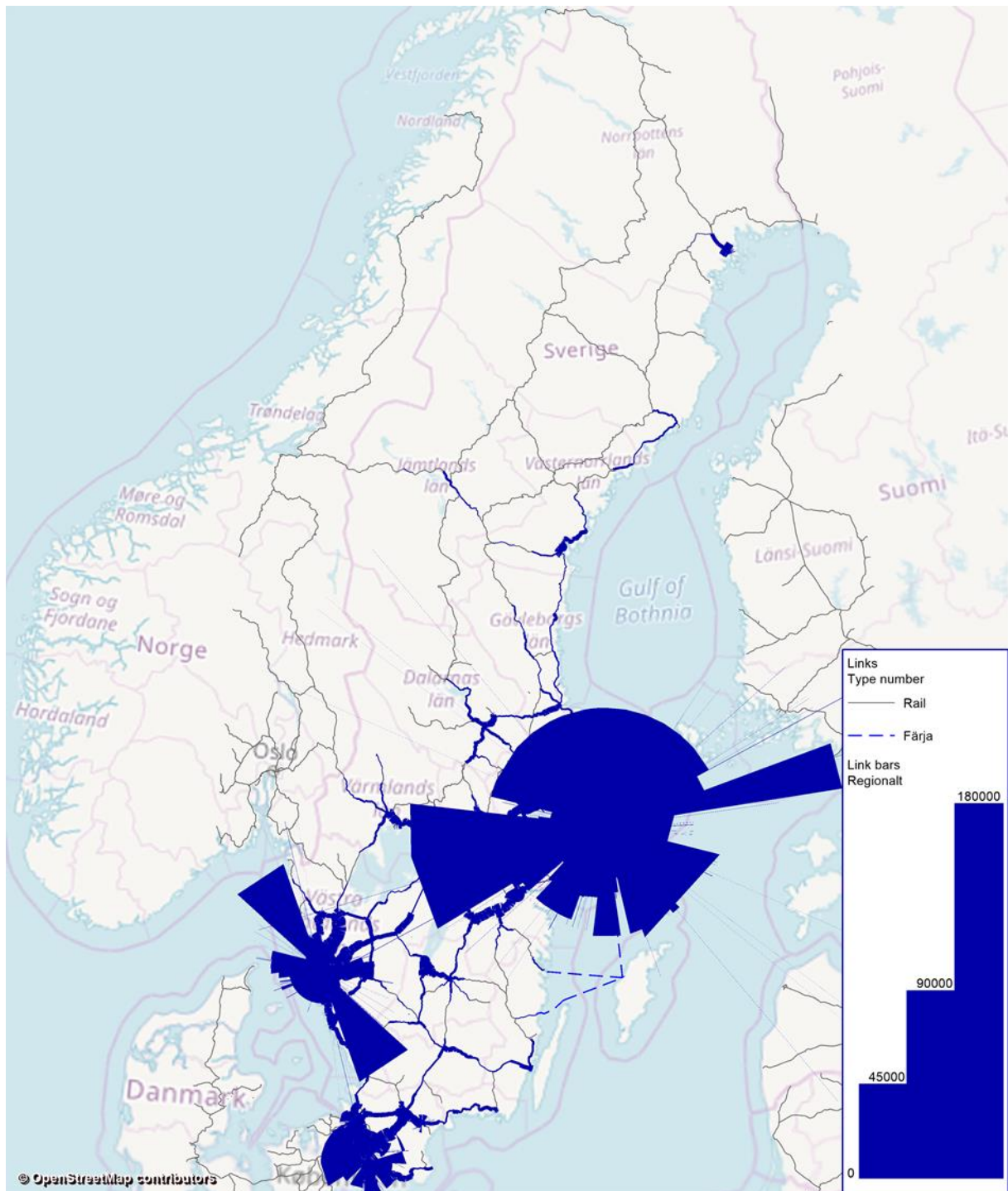
Figur 5.2: Långväga och regionala tågresandet (antal resor) per vardagsmedeldygn. Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppräknad till 2016.



Figur 5.3: Total antal långväga resor > 10 mil på järnvägsnätet (privat- och tjänsteresor).
 Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppräknad till 2016.



Figur 5.4: Total antal långväga resor > 10 mil på järnvägsnätet (privat- och tjänsteresor) och resor över gränsen till Norge och Danmark. Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 och KTHs databas över utrikesresor uppräknad till 2016.



Figur 5.5: Totalt antal regionala resor per dag (arbets-, övriga och tjänsteresor). Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppräknade till 2016.

5.2 Fördelning på ärenden

De långväga resorna är uppdelade på tjänsteresor och privatresor och de regionala resorna i tjänsteresor, arbetsresor och övriga resor. "Övriga resor" innefattar bl.a. fritidsresor och serviceresor och motsvarar närmast begreppet privatresor.

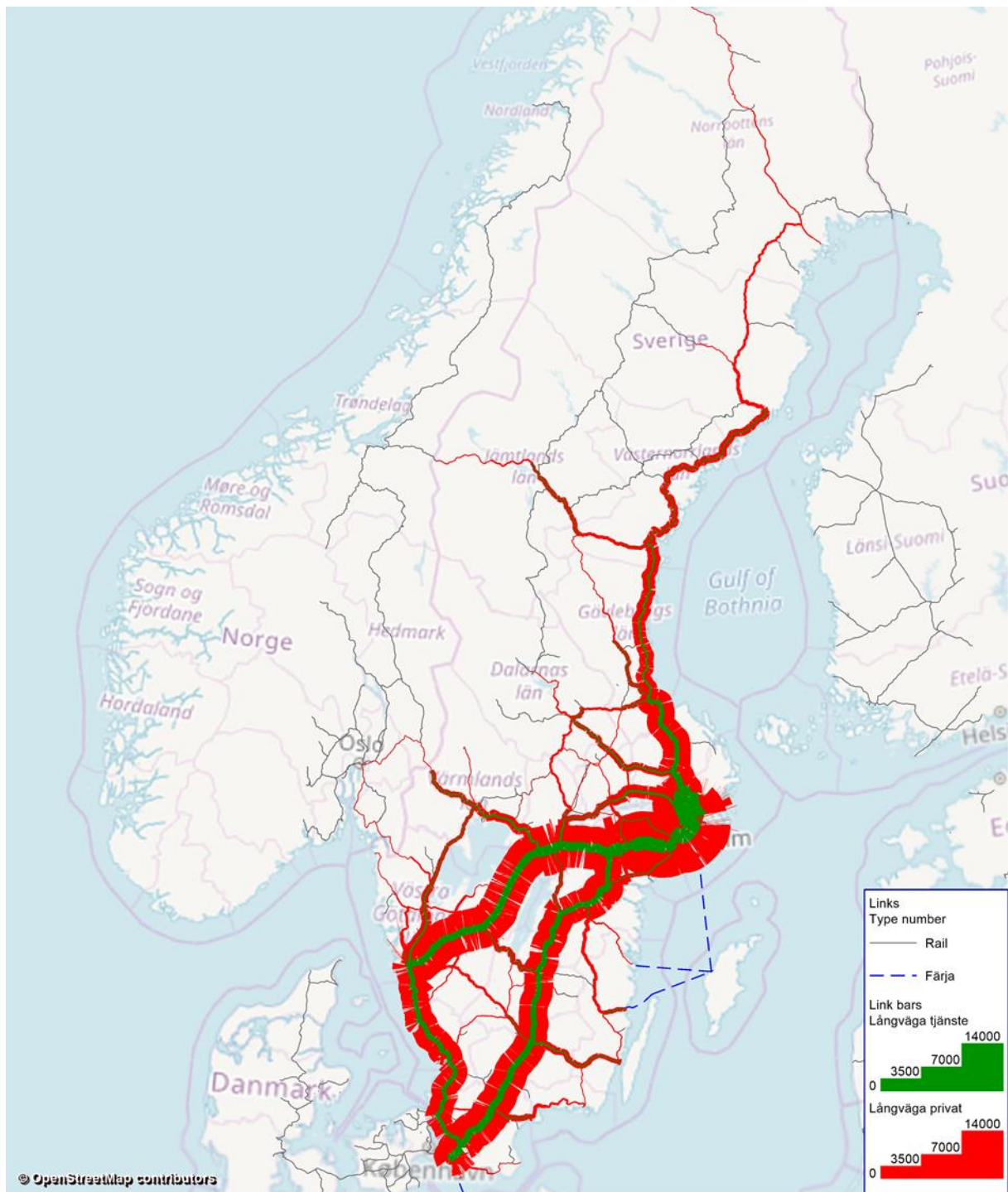
Figur 5.6 visar långväga tjänste- och privatresor. Tjänsteresorna är gröna och ligger innerst (båda körriktningarna). Privatresorna är röda och ligger utanför tjänsteresorna och är då uppdelade i två band, ett för vardera riktningen. Det långväga privatresandet dominerar och det innebär att strukturen ser ungefär ut som det totala långväga resandet: Störst mellan storstäderna Stockholm, Göteborg och Malmö och utmed norrlandskusten. Även Stockholm–Västerås–Örebro, Laxå–Karlstad, Karlstad–Göteborg, Stockholm–Dalarna och Sundsvall–Östersund. På en del andra linjer förekommer en del långväga matarresor t.ex. Nässjö–Jönköping–Falköping och Alvesta–Växjö–Kalmar.

Det långväga tjänsteresandet är också omfattande mellan de större storstäderna och upp mot Arlanda–Uppsala–Gävle-Sundsvall där det både finns ett stort resbehov och tåget är konkurrenskraftigt mot flyg. På de mindre linjerna ute i landet är de mindre omfattande och privatresandet dominerar mer.

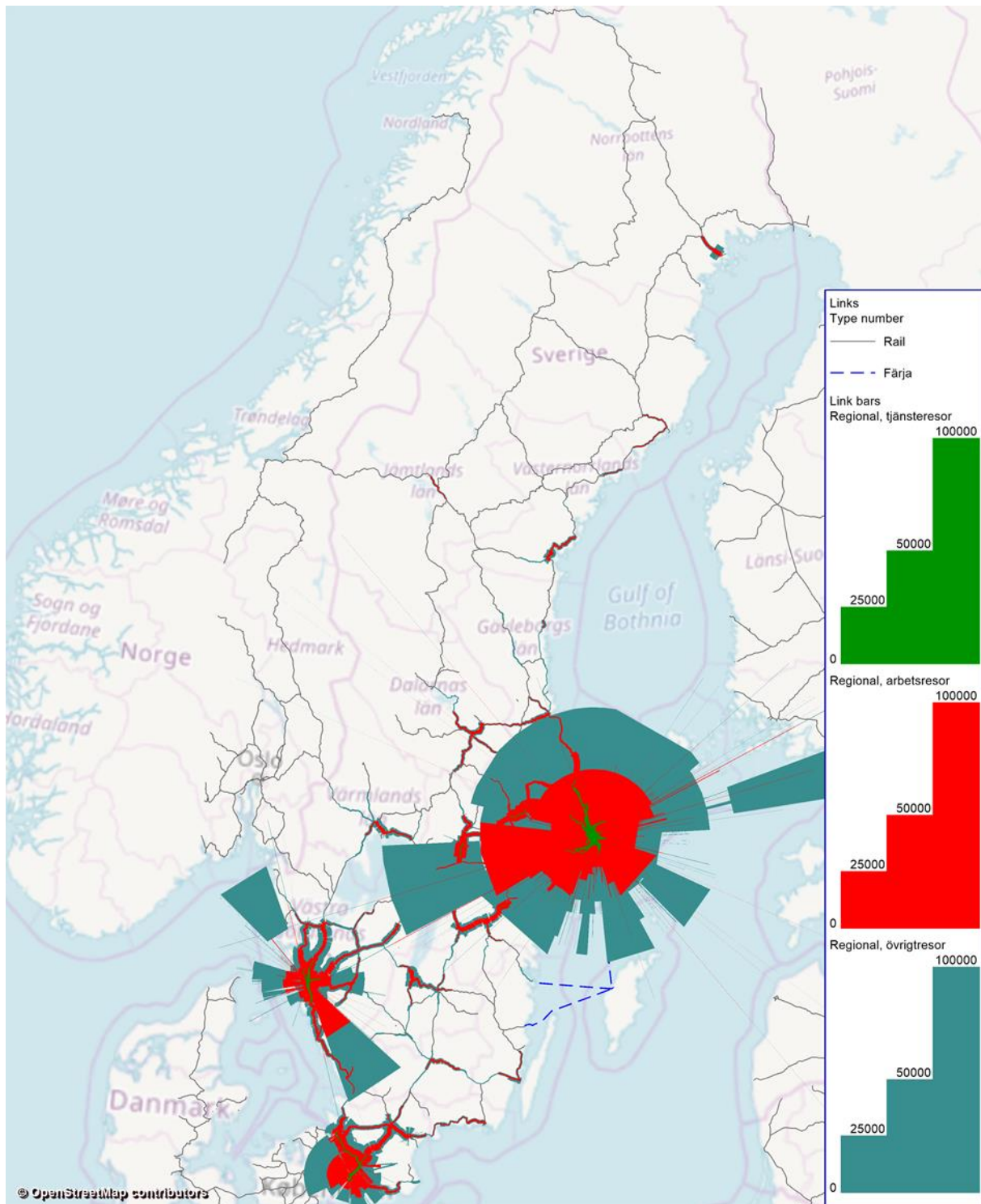
Figur 5.7 visar regionala resandet. Tjänsteresorna är gröna och ligger längst in, arbetsresorna är röda och ligger utanpå tjänsteresorna och de övriga resorna är blågröna och ligger utanpå arbetsresorna. De regionala tjänsteresorna är relativt få och trots att de ligger innerst så syns de knappt utom i storstadsområdena. I stället är det de regionala arbetsresorna och övriga resor som dominerar. De är ungefär lika stora på de flesta linjer men de röda syns bäst när de ligger innanför och tjänsteresorna är få. Mönstret för arbets- och övriga resandet är detsamma som för totalen: Omkring storstäderna och sträckor längs linjerna där det finns ett bra utbud av regionaltåg.

Av figur 5.8 framgår både långväga och regionala resor indelade i fem ärendekategorier. Det ger en helhetsbild och visar samma struktur som beskrivits ovan. Man ser att de långväga privatresorna dominerar tillsammans med de regionala arbets- och övriga resorna. De långväga tjänsteresorna syns också tydligt medan de regionala tjänsteresorna försvinner med denna skala.

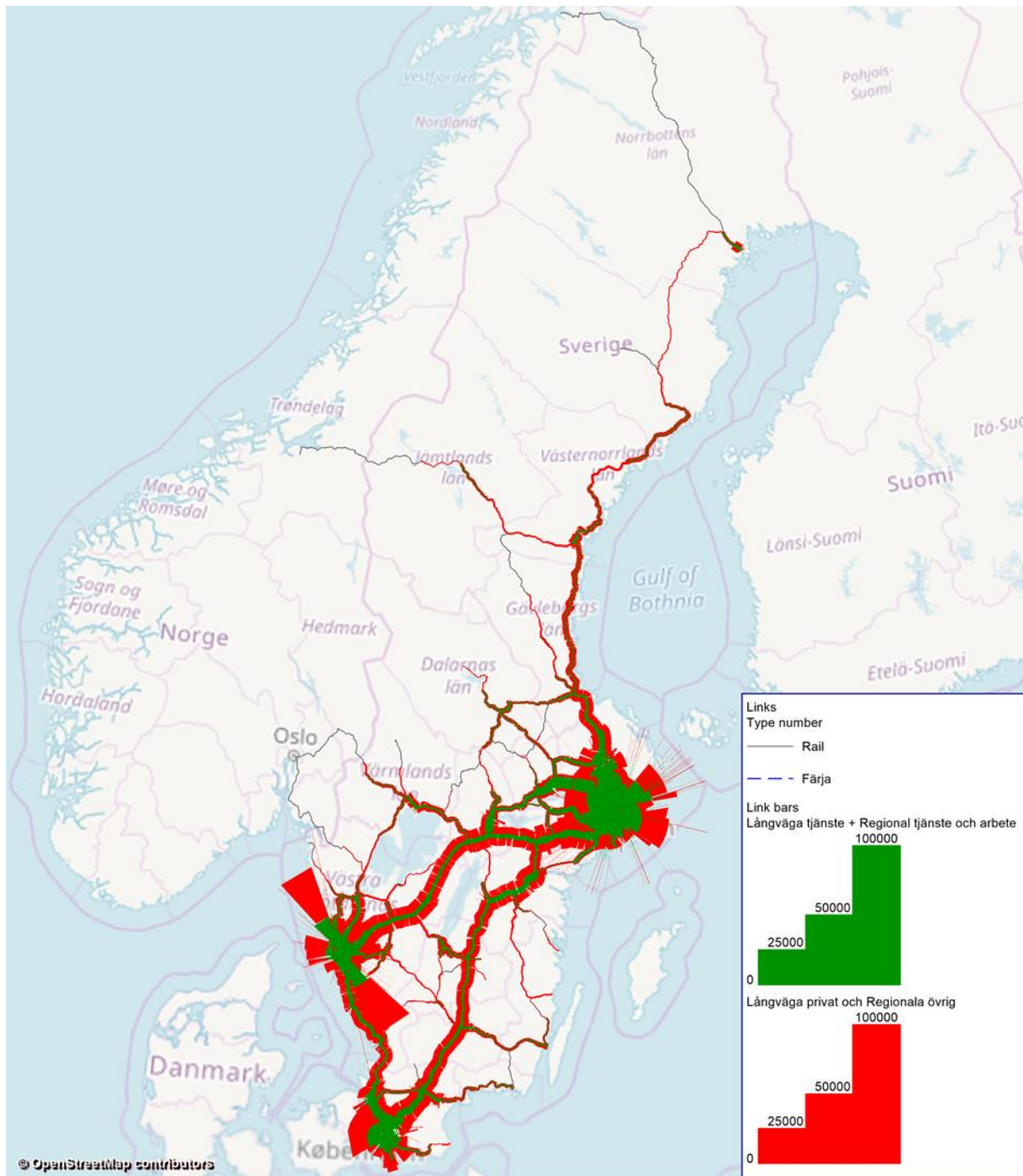
I figur 5.9 har denna bild förenklats genom att aggregera arbetsrelaterade ärenden och privatrelaterade ärenden för både långväga och regionala resor. De arbetsrelaterade resorna består av regionala arbets- och tjänsteresor samt långväga tjänsteresor. De privatrelaterade består av långväga privatresor och regionala övriga resor. De arbetsrelaterade resorna är gröna och ligger innerst och de privatrelaterade är röda och ligger ytterst. Man ser att de arbetsrelaterade resorna är stora i storstadsregionerna och mellan storstäderna och från Stockholm till Gävle och att de privatrelaterade resorna dominerar på övriga linjer.



Figur 5.6: Långväga resor per dag fördelade på ärenden. tjänsteresor (gröna, innerst) och privatresor (röda, utanpå tjänsteresorna). Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppräknade till 2016.



Figur 5.7: Regionala resor per vardagsmedeldygn fördelade på ärenden: tjänsteresor (gröna, längst in i mitten), arbetsresor (röda, utanpå tjänsteresorna), övriga resor (blågröna, utanpå arbetsresorna) och Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppräknade till 2016.



Figur 5.9: Arbetsrelaterade och privatrelaterade resor per vardagsmedeldygn för långväga och regionala resor tillsammans. De arbetsrelaterade resorna är gröna och ligger innerst, de består av regionala arbetsresor och tjänsteresor samt långväga tjänsteresor. De privatrelaterade resorna är röda och ligger utanpå de arbetsrelaterade resorna. De består av långväga privatresor och regionala övriga resor. Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppräknad till 2016.

5.3 Resandet i olika regioner

I detta avsnitt presenteras det resandet i på kartor några olika regioner: Mälardalen, Västsverige, Sydsverige och norrlandskusten. Värdena blir mer osäkra ju lägre nivå man redovisar men det kan ändå vara intressant att studera strukturen i de olika regionerna även om underlaget på denna nivå inte är exakta värden. På dessa kartor har den aggregerade ärendefördelningen använts där både långväga och regionala ärenden lagts ihop till två kategorier: Arbetsrelaterade och privatrelaterade resor, se avsnitt 5.2 ovan.

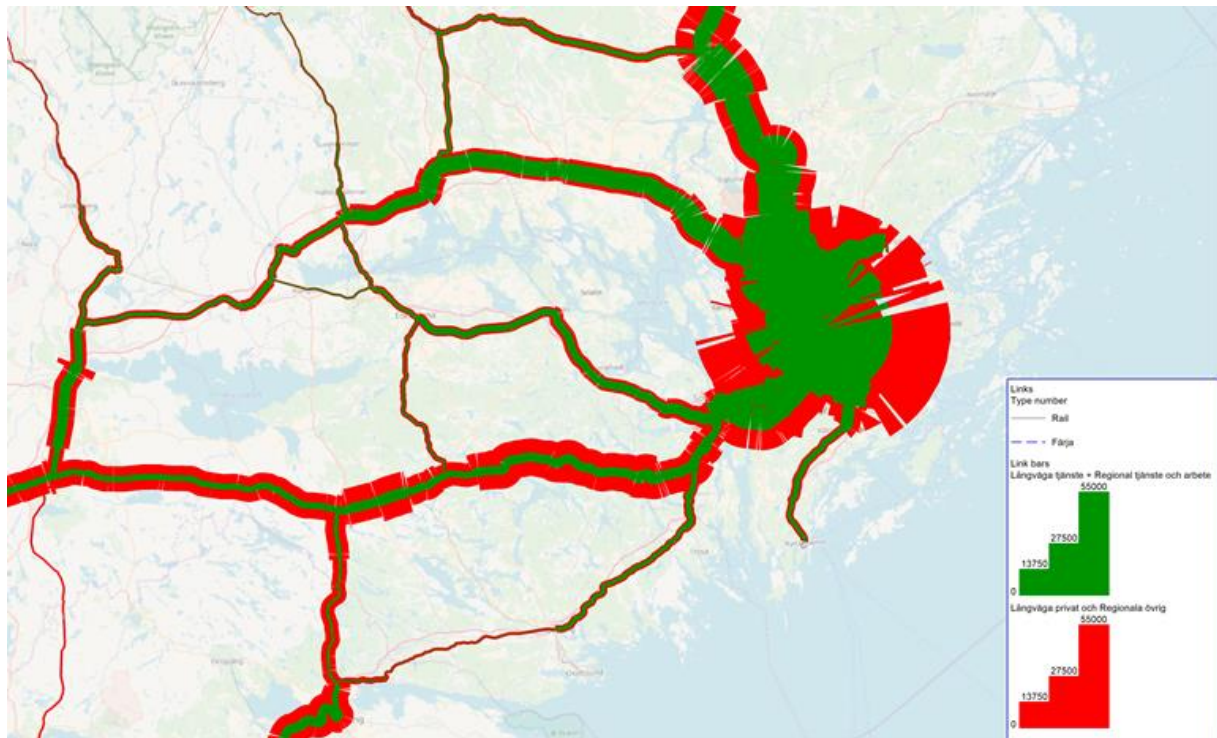
Figur 5.10 visar tågresandet i Mälardalen. Man ser att det finns ett omfattande arbetsrelaterat resande förutom i pendeltågsområdet även mot Uppsala, Västerås–Örebro, Eskilstuna samt på stambanorna mot Göteborg och Malmö. Det privatrelaterade resandet är ungefär lika stort på dessa linjer. På stambanorna mot Göteborg och Malmö är det privatrelaterade resandet större än det arbetsrelaterade.

I Västsverige är det också ett stort arbetsrelaterat resande i pendeltågsområdet närmast Göteborg men utanför detta dominerar det privatrelaterade resandet. Resandet är stort på stambanorna mot Stockholm och Malmö samt upp till Trollhättan/Vänersborg men relativt sett mindre på de andra linjerna (se figur 5.11).

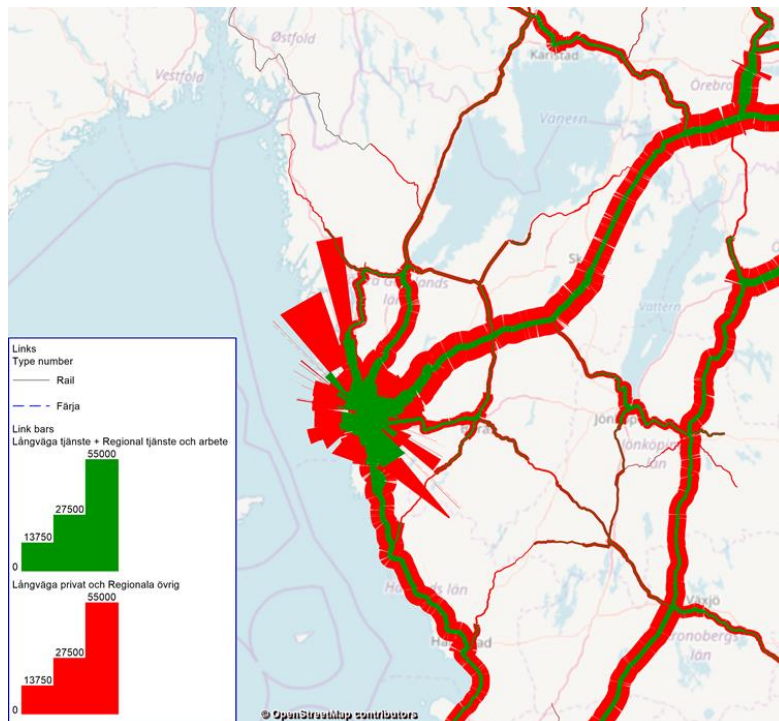
I Sydsverige är det också ett stort arbetsrelaterat resande från Malmö till Lund och vidare mot Helsingborg–Halmstad samt mot Hässleholm–Kristianstad. Det största totala resandet finns på stambanan mot Stockholm och mot Göteborg. På övriga linjer är efterfrågan mindre och det privatrelaterade resandet större. Observera att resandet mellan Malmö och Köpenhamn inte finns med på denna bild (figur 5.12).

I Norrland, figur 5.13, är det ett stort resande längs norrlandskusten och upp till Umeå samt från Sundsvall till Östersund och Åre. Det finns ett visst arbetsrelaterat resande på dessa linjer men det privatrelaterade dominerar ändå. Inlandsbanna finns inte med då den inte ingår i Trafikverkets spåranläggningar.

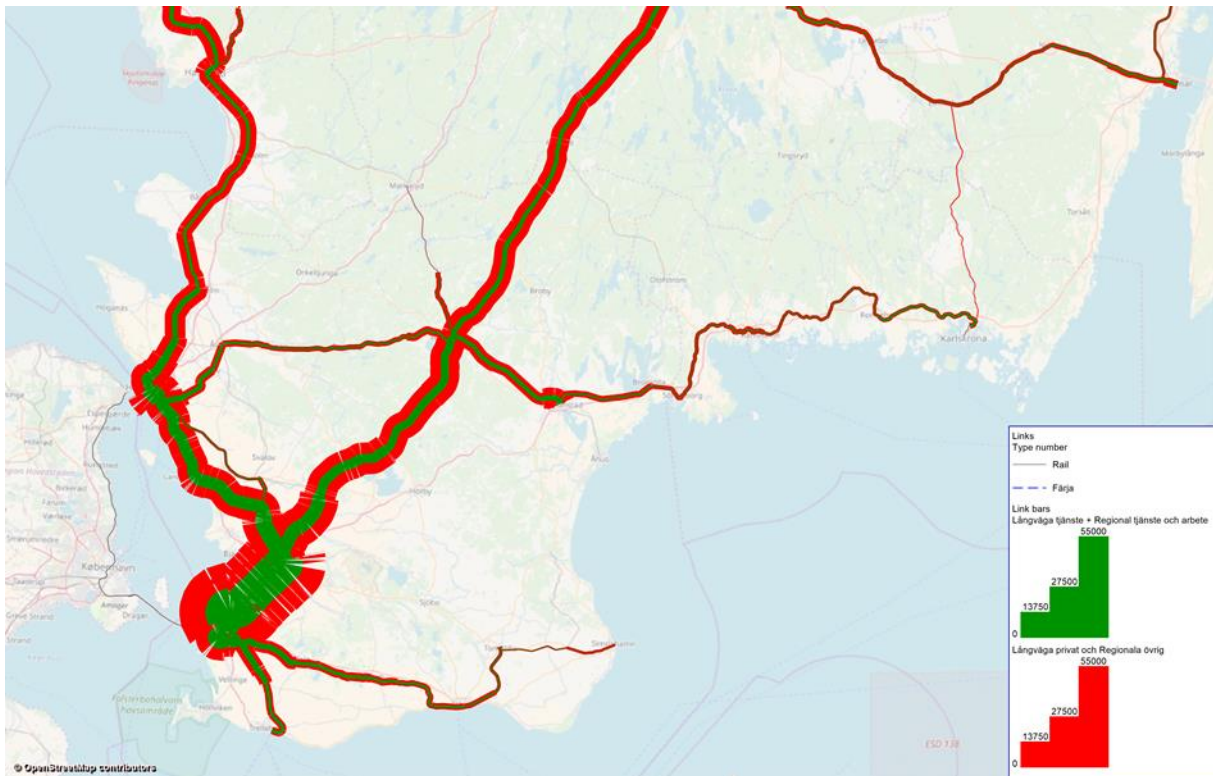
Resandeflödena skiljer sig något mellan de olika regionerna främst genom att de arbetsrelaterade resorna dominerar mer i Mälardalen även ganska långt från Stockholm medan de är mer koncentrerade omkring Göteborg och Malmö. Det privatrelaterade resandet är mer jämt fördelat över landet.



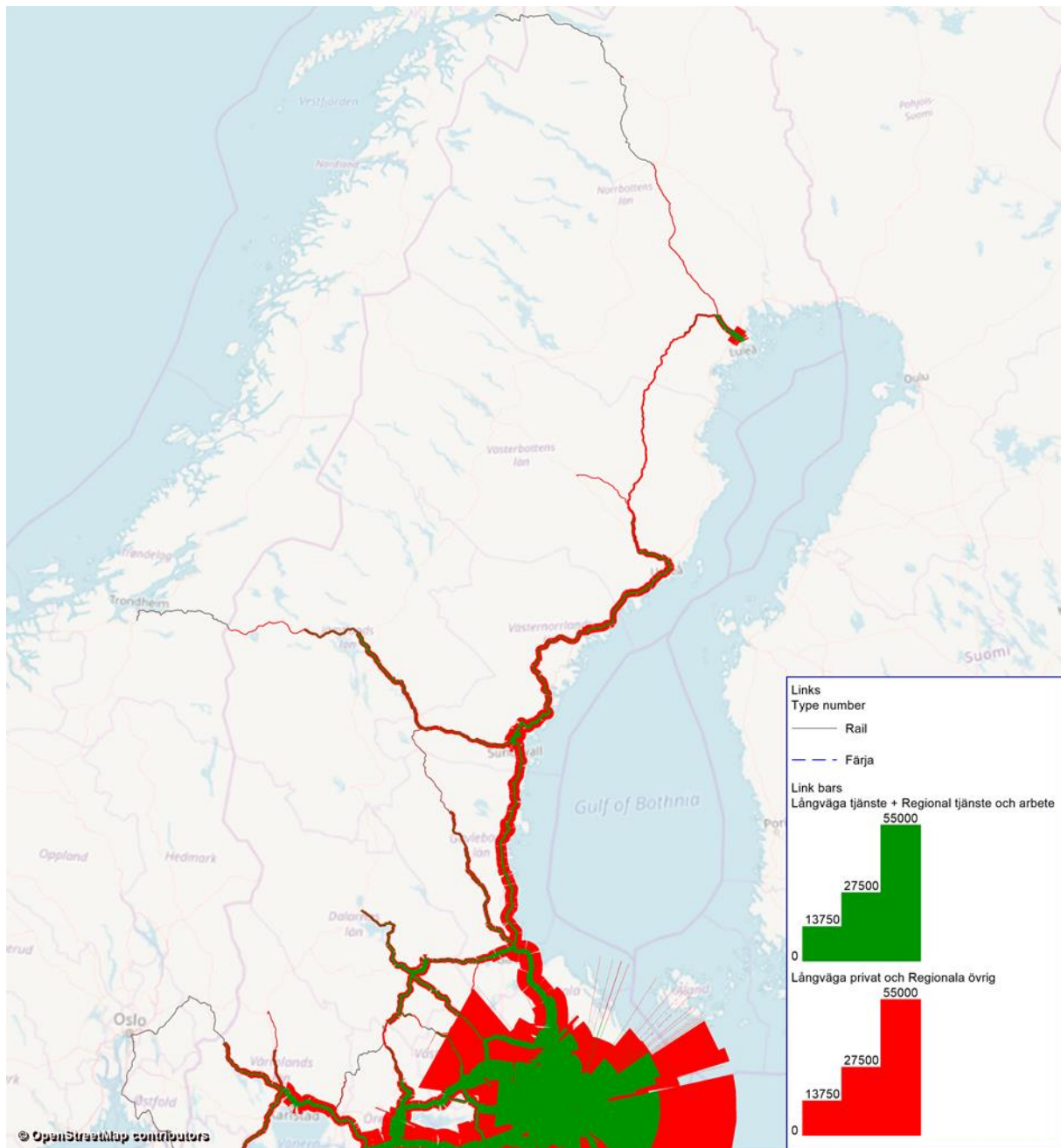
Figur 5.10: Det totala resandet med tåg per dag i Mälardalen fördelade på ärenden: Arbetsrelaterade resor (gröna, innerst) och privatrelaterade resor (röda, utanpå de arbetsrelaterade). Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppskrivna till 2016.



Figur 5.11: Det totala resandet med tåg per dag i Västsverige fördelade på ärenden: Arbetsrelaterade resor (gröna, innerst) och privatrelaterade resor (röda, utanpå de arbetsrelaterade). Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppskrivna till 2016.



Figur 5.12: Det totala resandet med tåg per dag i Sydsverige fördelade på ärenden: Arbetsrelaterade resor (gröna, innerst) och privatrelaterade resor (röda, utanpå de arbetsrelaterade). Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppskrivna till 2016.



Figur 5.13: Det totala resandet med tåg per dag i längs Norrlandskusten fördelade på ärenden: Arbetsrelaterade resor (gröna, innerst) och privatrelaterade resor (röda, utanpå de arbetsrelaterade). Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppskrivna till 2016.

5.4 Järnvägens effektivitet

I detta avsnitt presenteras några kartor som på olika sätt utgör ett mått på järnvägens effektivitet:

- Antal resenärer per tåg: Antal personkilometer/tågakilometer
- Beläggingsgrad: Antal personkilometer/platskilometer
- Antal resenärer per länk omräknat till bussar: Totalt antal tågresenärer per länk/antal resenärer per buss.

Alla mått har beräknats på länknivå i järnvägsnätet. Järnvägsnätet är i Visum indelat i ett stort antal länkar. Viss osäkerhet finns när man går ner på de enskilda länkarna men syftet är att ge en grov bild av strukturen i kartform.

Antal resenärer per tåg

Av figur 5.14 framgår antal resenärer per tåg. I genomsnitt i hela Sverige åkte det 107 resenärer per tåg år 2016 och det är också vad vi har i våra kalibrerade siffror på totalnivån. Det behöver dock inte betyda att det stämmer på varje enskild länk eftersom variatioerna är stora i olika tågssystem, linjer och länkar, se vidare i kapitel 6. Vi har också haft problem med att avgränsa de regionala resorna på ett korrekt sätt då de regionala matriserna omfattar all kollektivtrafik och måste avgränsa tågresorna på ett förenklat sätt.

Kartan i figur 5.14 visar att det är flest resenärer per tåg omkring storstäderna och en bit ut från dessa. Det finns också fler resenärer per tåg på vissa sträckor längs linjerna ute i landet. Det behöver inte betyda att det är många som åker där utan det kan var få tåg och då kan det bli många resenärer i tågen när många stiger på och sedan av längs linjen. Denna karta ska dock tolkas med försiktighet dels på grund av svårigheten med att avgränsa de regionala resenärerna dels med tanke på att det på vissa linjer är få tåg.

På stambanorna Stockholm–Göteborg och Stockholm–Malmö ser det inte ut att vara så många resenärer, genomsnittet ligger kanske på 200 resenärer per tåg. På stambanorna går det dock både många stora snabbtåg med många resenärer och många mindre regionaltåg med relativt sett färre resenärer vilket ger 200 resenärer i medeltal.

Beläggingsgrad

Figur 5.15 visar beläggingsgraden längs linjerna. Den genomsnittliga beläggningen i persontågen i Sverige var 36 % och det är den också i resandeflöden. Beläggningen varierar dock kraftigt mellan olika tågssystem från ca 20 % i pendeltåg till ca 70 % i snabbtåg, se kapitel 6. Beläggingsgraden kan i regel inte bli mer än 100 % i genomsnitt över dygnet även om den är det i rusningstid i pendeltågen vid storstäderna.

Beläggingsgraden presenteras i en färgskala med 25 % percentiler. Observera att det är en viss osäkerhet särskilt på linjer med litet resande och trafik p.g.a. svårigheter med att avgränsa de regionala tågresorna från bussresorna. Det innebär att beläggingsgraden ibland blir för hög på linjer med få turer där det kan finnas en konkurrenskraftig parallell busstrafik.

Mönstret blir annorlunda om man jämför med belastningen på linjerna. Beläggingsgraden kan bli låg trots att det är många resenärer om man kör många tåg med hög kapacitet men där det inte åker så många i början av linjen. T.ex. är beläggingsgraden hög mellan Västerås och Bålsta där det bara går regionaltåg men blir plötsligt lägre från Bålsta mot Stockholm. Det beror på att i Bålsta vänder en pendeltågslinje med mycket hög turtäthet och kapacitet som behövs när man närmar sig Stockholm, och beläggningen i början av en pendeltågslinje alltid blir låg, se vidare kap 6.3.

Därför är beläggingsgraden låg omkring Stockholm trots att det är de mest belastade linjerna i Sverige. Den kan också vara låg ute i landet i ändan av linjerna där det ännu inte hunnit stiga på så många resenärer och det finns ett stort utbud med kapacitetsstarka tåg t.ex. i Blekinge. På linjer med få resande och lite trafik kan den vara hög men här är också osäkerheten stor på grund av problemen med att avgränsa den regionala tågtrafiken från busstrafiken.

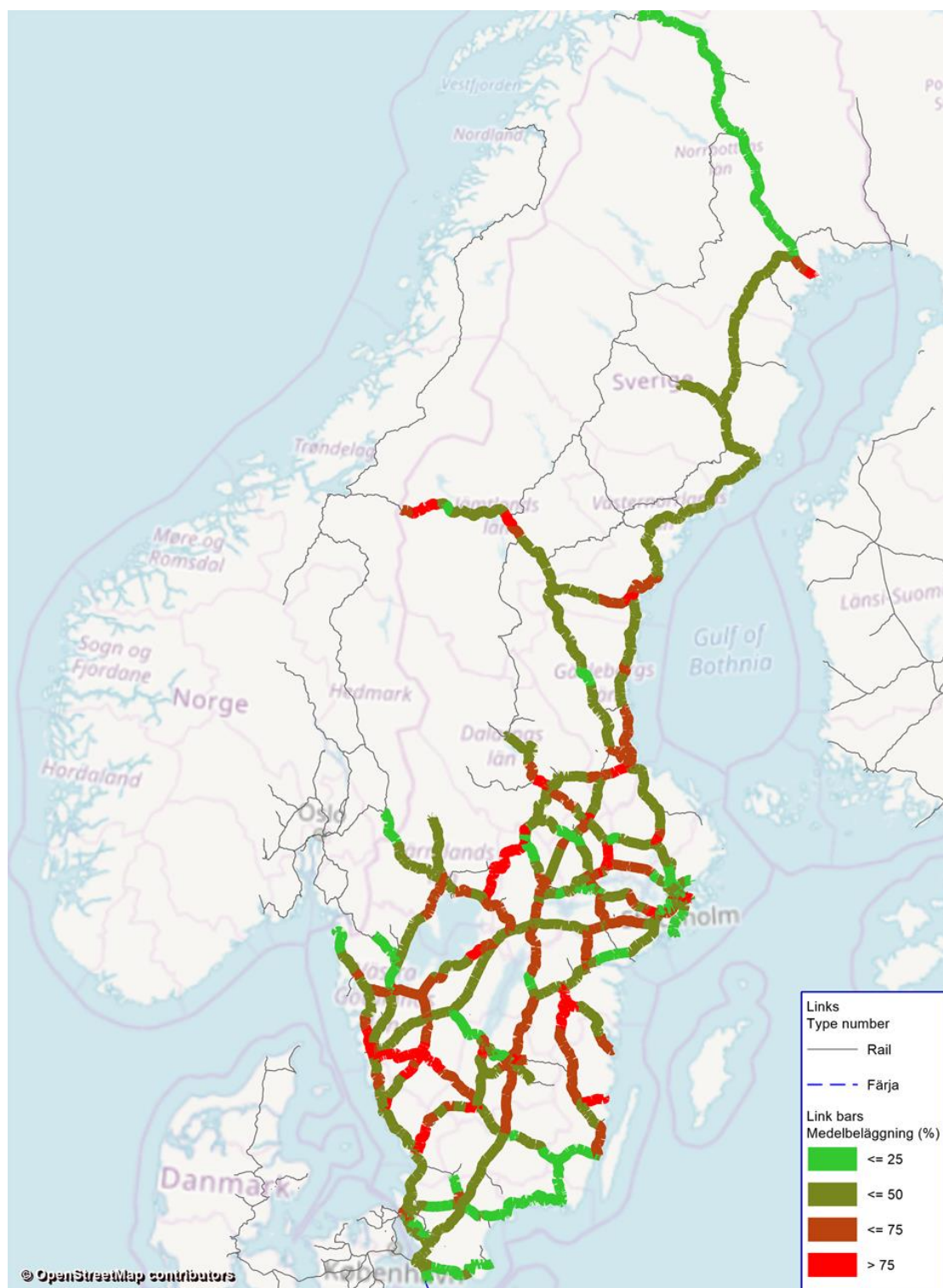
Hur många bussar krävs för att ersätta tågen?

I figur 5.16 redovisas ett mått på hur många bussturer som det skulle krävas på varje linjeavsnitt om tåget skulle ersättas av bussar. Det har gjorts genom att antal resenärer i tågen har räknats om till antal bussar genom att anta att det i genomsnitt är 25 personer per buss. En buss har i regel omkring 50 platser och med en medelbeläggning på 50 % blir det 25 personer per buss.

Det genomsnittliga antalet resenärer i persontågen år 2016 utgjorde 3676 per km bana och dag. Omräknat till bussar motsvarar det 147 bussar per km bana och dag med 25 passagerare i medeltal. Strukturen blir densamma som de totala resandeflödena i figur 5.1. men skalan blir annorlunda. Maximala antalet bussar på någon sträcka är 3700 vilket motsvarar ca 90 000 resenärer. Det är pendeltågslinjerna in mot Stockholm som ligger på denna nivå. Längre ut blir belastningen mindre, mitt på stambanorna mellan Stockholm och Göteborg och Stockholm och Malmö där det mest är långväga resenärer krävs det ca 500 bussar motsvarande ca 10 000 resenärer, på Västkust- och Ostkustbanorna något mindre. På de mindre banorna där åker ca 1000 resenärer per dag och det går relativt få och små tåg behövs det färre bussar. Om det t.ex. går ett tåg varannan timme i varje riktning blir det 16 tågavgångar per dag och det är ett motorvagnståg med 150 platser som och har 35 % beläggning krävs det i genomsnitt drygt 30 bussavgångar för att ersätta tåget.



Figur 5.14: Antal resenärer per tåg i medeltal, avser totalt antal resor (långväga och regionala) per dag fördelade på alla tåg per länk. Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppskrivna till 2016.



Figur 5.15: Genomsnittlig medelbeläggning i tågen på järnvägsnätet i Sverige, personkilometer/platskilometer för totala resandet (långväga och regionala). Observera att det är en viss osäkerhet särskilt på linjer med litet resande och trafik på grund av svårigheter med att avgränsa de regionala tågresorna från bussresorna. Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppskrivna till 2016.



Figur 5.16: Antal resenärer omräknat i antal bussar per dag längs järnvägsnätet i Sverige. Antal resor per dag och länk (långväga och regionala) har omräknats till antal bussar genom antagandet att det är i genomsnitt 25 resenärer per buss (50 platser och 50 % belägningsgrad). Källa: Bearbetade matriser från Sampers 2014 uppskrivna till 2016.

6 Analys av järnvägsystemet

6.1 Fördelning på trafiksystem

Utbud och efterfrågan kan fördelas på trafiksystem. Med trafiksystem avser vi här vem som ansvarar för trafiken; Regional kollektivtrafikmyndighet (RKTm) eller operatör i kombination med trafikens funktion. Vi har här delat upp det i:

- Kommersiell fjärrtrafik
- Storregional trafik
- Regionala system
- Lokala system

Kommersiell fjärrtrafik är sådan regelbunden interregional trafik som bedrivs på företagsekonomisk basis, år 2016 huvudsakligen SJ AB, MTR Express (MTR Nordic), Snälltåget (Transdev), Tågåkeriet i Bergslagen (TÅGAB) och Skandinaviska Jernbanor (SkJB).

Storregionala system är sådana trafiksystem som går över flera län och omfattar både regionala och interregionala resor. Vi har här inkluderat Öresundståg, Norrtåg och SJ:s regionaltåg i Mälardalen och regionaltåg i Västsverige. SJ:s trafik bedrivs delvis på kommersiell basis men har även inslag av samhällsköpt trafik, de övriga bedrivs i huvudsak som samhällsköpt trafik.

Regionala system är regionaltåg som bedrivs av en RKTm och huvudsakligen går inom ett län, även om viss länsgränsöverskridande trafik ofta ingår. Exempel på sådana är Krösatågen, Värmlandstrafik, Upptåget, X-trafik och Tåg i Bergslagen.

Lokala system omfattar SL:s tåg, Skånetrafiken, Östgötatrafiken och Västtrafiks pendeltåg.

Av tabell 5.8 framgår det totala persontågsutbudet och resorna fördelade på trafiksystem. Linjelängden i de kommersiella systemen är knappt 49 mil och i de storregionala systemen 16 mil. De regionala linjerna är i genomsnitt 9 mil och pendeltågen 5 mil. Turtätheten i pendeltågssystemen är högst med totalt 1645 turer per dag medan de regional och storregionala systemen har ca 700 resp. 800 turer per dag. I de kommersiella systemen körs 242 enkelturer per dag.

Tabell: 6.1: Fördelning på trafiksystem 2016, beräknade värden och nyckeltal.

Trafiksystem	Avgång/dag enkelturer	Tågkm miljoner	Linjelängd medel km	Personkm (miljoner)			Regionala	Delresor miljoner	Platser/ tåg	Beläggning %	Medelhast km/h		Reslängd km
				Sittplatskm miljoner	Personkm miljoner	Långväga					Tåg	Resande	
Kommersiell fjärrtrafik	242	33,9	491	9 729	4 208	3 843	365	19	287	43%	105	129	225
Storregionala system	694	39,1	158	11 766	4 212	1 984	2 228	85	301	36%	90	92	49
Regionala system	827	21,4	91	3 603	1 446	618	828	42	168	40%	86	86	34
Lokala system	1 645	27,5	52	11 074	2 976	213	2 763	193	403	27%	61	58	15
Summa	3 408	121,9	792	36 172	12 842	6 657	6 185	340	297	36%	81	88	38

Linjelängden påverkar också resestrukturen. Medelreslängden är 225 km i den kommersiella fjärrtrafiken och 49 km i den storregionala trafiken. I de regionala systemen är den 34 km och i pendeltågssystemen är den 15 km. Notera att detta avser delresor och att en resenär kan byta tåg och att därför den totala reslängden från start till mål är längre.

Storregionala system omfattar det största utbudet med 39,1 miljoner tågakilometer eller 32 % av utbudet. Därefter kommer kommersiell fjärrtrafik med 33,9 miljoner tågakilometer eller 28 % av utbudet. Regionala och lokala system i RKTMs regi svarar för 21,4 respektive 27,5 miljoner tågakilometer eller 18 % resp. 23 % av utbudet, se figur 5.9.

Antalet platser per tåg är störst i de lokala systemen som har 400 sittplatser per tåg. Därefter kommer de storregionala tågen som i genomsnitt har 301 platser per tåg och de kommersiella fjärrtågen som har 287 platser per tåg. De regionala systemen har 168 platser per tåg, se figur 5.10.

Av figur 6.3 framgår också medeltal resenärer per tågssystem och av figur 5.14 medelbeläggningen av figur 6.4. Flest resenärer per tåg har kommersiell fjärrtrafik med 124 resenärer/tåg och också högst beläggning med 43 %. Både storregionala och lokala system har 108 resenärer per tåg men de regionala tågen har något högre beläggning. De regionala systemen har lägst antal resenärer per tåg med 68 personer per tåg och lägst beläggning med 27 %.

Andelen regionala resor är lägst i kommersiell fjärrtrafik med 9 % medan endast 7 % av de långväga resorna sker i lokala trafiksystem, då som matarresor. De storregionala och regionala systemen har en mer jämn fördelning mellan långväga och regionala resor på 40-60 % vardera, se figur 6.5. De storregionala systemen har en något högre andel långväga resor medan det i de regionala systemen förekommer en hel del matarresor till fjärrtrafik.

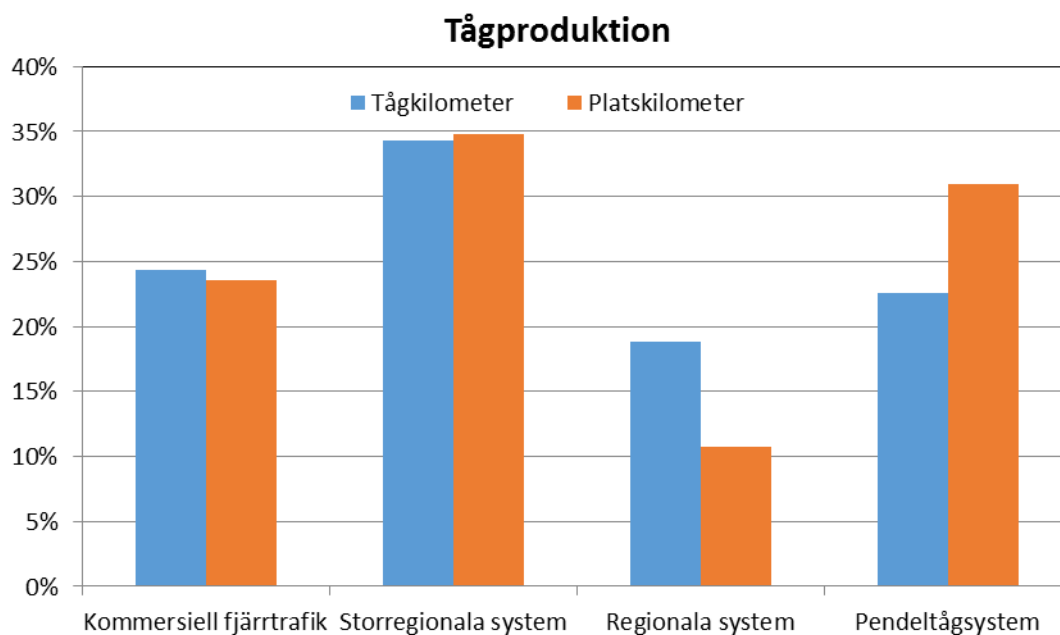
Medelhastigheten för tågssystemen har beräknats dels för tågen, dels för resenärerna. Den blir olika beroende på var tyngpunkten på resandet ligger. Tågens medelhastighet är i genomsnitt högst för kommersiell fjärrtrafik med 105 km/h. Den är dock högre för resenärerna, 129 km/h, vilket beror på att resenärerna i större utsträckning åker med de snabbaste tågen. I de storregionala och de regionala systemen är medelhastigheten ungefär densamma för tåg och resenärer. De pendeltågssystemen har en medelhastighet på 61 km/h för tågen och 58 km/h resenärerna vilket beror på att belastningen är störst nära storstäderna där avstånden är kortare och att tågen går fortare längre ut där det är längre mellan stationerna.

Man kan se ett tydligt mönster i trafikstrukturen. De kommersiella systemen har långa linjer och huvudsakligen långväga resenärer som i större utsträckning åker med de snabbaste tågen i ändpunktsrelationer. Turtätheten är relativt låg. Medelbeläggningen blir därmed hög vilket är en förutsättning för att den ska kunna bedrivas kommersiellt.

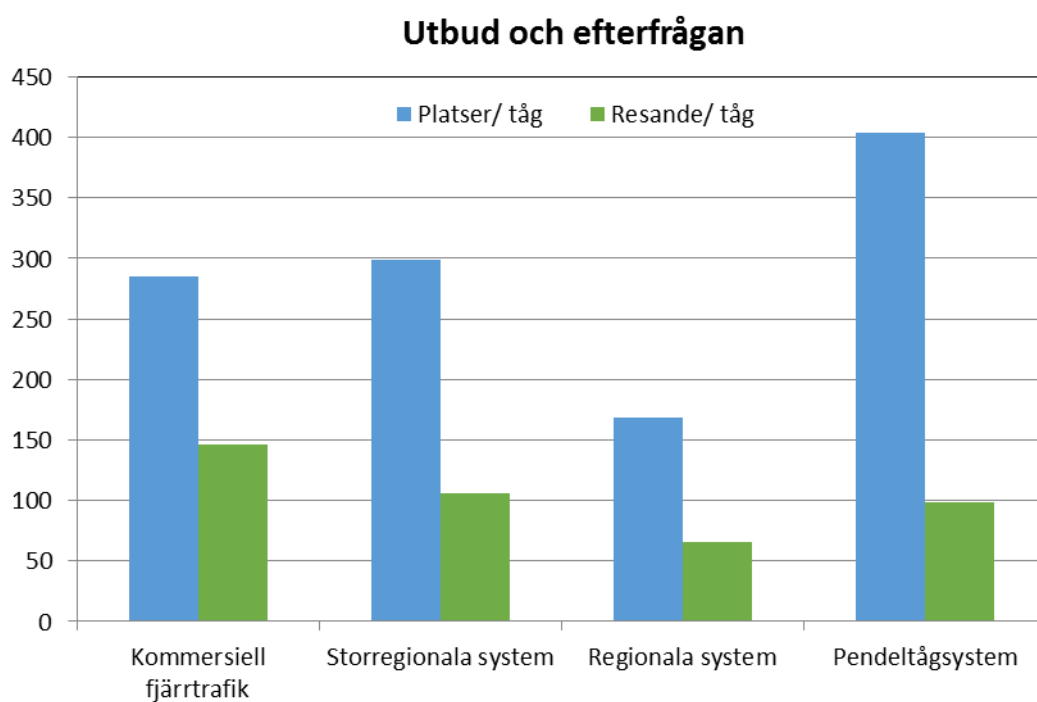
Motsatsen är pendeltågssystemen som går från förorter in mot centrum. Resenärerna kliver på succesivt längs linjen, tågen är nästan fulla när det kommer till centrum och går sedan nästan tomma i andra riktningen eller på andra sidan centrum. Det ger en låg beläggning och i kombination med en låg taxa är det nästan omöjligt att bedriva tågtrafiken kommersiellt. Pendeltågen var också de första systemen som blev samhällsköpta och där också en satsning har skett på att bygga ut dessa.

De regionala systemen består av en blandning av tåg på sidolinjer och snabba regionaltåg på huvudlinjer med både arbetsresor och matarresor till interregionala tåg. Det är mindre tåg och beläggningen blir högre än i de lokala systemen då resorna ofta är jämnare fördelade över linjen. Eftersom det ofta är små tåg och låg taxa och relativt hög turtäthet i RKTMs regi är de mycket svåra att driva kommersiellt.

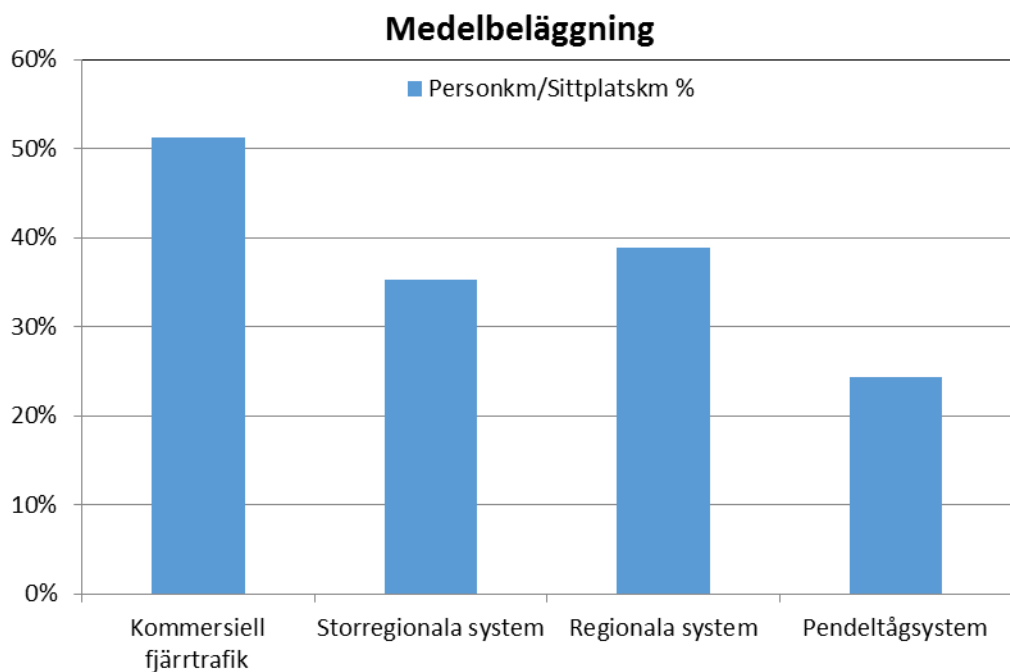
De storregionala tågen är ett relativt nytt system, de är relativt snabba och går på längre sträckor vilket gör att de attraherar både långväga och regionala resenärer. Många av dem har bedrivits som mer eller mindre kommersiell trafik från början av SJ men har successivt tagits över av RKTMs. Till detta har bidragit att de har en viktig funktion i den regionala utvecklingen och att man vill ha ett relativt jämt och högt utbud som också är stabilt över tiden. Om man också vill ha en mer samhällsekonomiskt inriktad taxa eller turtäthet blir de svåra att driva kommersiellt.



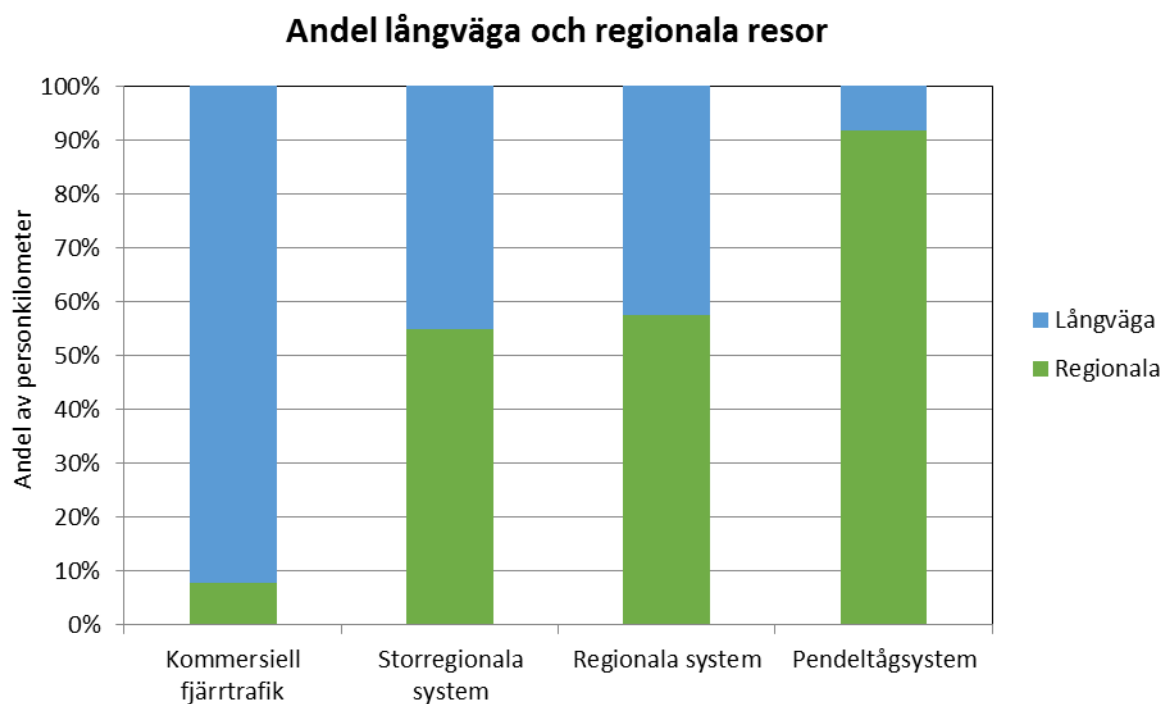
Figur 6.2: Fördelning av tågproduktionen på trafiksystem 2016: Andel av tågkilometer och andel av platskilometer.



Figur 6.3: Medeltal platser och resenärer per tåg för trafiksystem 2016.



Figur 6.4: Medelbeläggning per trafiksystem 2016, personkilometer/platskilometer.



Figur 6.5: Andel långväga och regionala resenärer per trafiksystem 2016, avser personkilometer.

6.2 Fördelning på produkter

Utbud och efterfrågan kan också fördelas på produkter. Det blir en något finare indelning än på trafiksystem. Som produkter har vi här definierat:

- Pendeltåg
- Regionaltåg diesel
- Regionaltåg el
- Intercity och nattåg
- Snabbtåg

”Pendeltåg” är detsamma som lokala system i trafiksystem i förra kapitlet. Det är avgränsade trafiksystem som går på relativt korta avstånd och har hög turtäthet, minst ett tåg var 30:e minut. De går ofta till förorter omkring större städer. I denna kategori återfinns SL:s pendeltåg, Skånetrafikens Pågatåg samt Västtrafiks och Östgötatrafikens pendeltåg.

”Regionaltåg diesel” motsvarar i det närmaste det som vi i publikationen ”utbud och priser” kallar f.d. länsbanor. Det är tåg på banor som inte är elektrifierade och som ibland kallas det trafiksvaga nätet. Exempel på sådana banor är delar av Krösatågen i Småland, Kinnekullebanan i Västergötland, Fryksdalsbanan i Värmland och (Umeå-) Hällnäs-Lycksele i Västerbotten (Norrtåg). Ibland går dessa tåg även på elektrifierade banor för att nå stora resmål utan byten.

”Regionaltåg el” är de storregionala systemen och alla regionaltåg. Det är således Öresundståg, Norrtåg och SJ:s regionaltåg i Mälardalen och Västsverige samt RKTMs regionaltåg på elektrifierade banor. Exempel på sådana är större delen av Jönköpings läns trafik, Värmlandstrafik, Upptåget, X-trafik och Tåg i Bergslagen.

Intercity och nattåg är interregional trafik som bedrivs som egentrafik av kommersiella operatörer. Förutom SJ:s fjärrtåg ingår Snälltåget, SkJB och TÅGAB samt alla nattåg, även de som upphandlas av staten till övre Norrland. Snabbtåg är SJ:s och MTR Express snabbtåg.

Av tabell 6.6 framgår det totala persontågsutbudet och de interregionala resorna fördelade på produkter. I denna redovisning har antalet personkilometer kalibrerats mot för varje produkt.

Tabell: 6.6: Fördelning på produkter 2016.

	Tågkm miljoner	Sittplatskm miljoner	Personkilometer (miljoner)			Delresor miljoner	Platser/ tåg	Resande/ tåg	Belägg/nir %	Medelhastighet		Andel av personkm	
			Totalt	Långväga	Regionala					Tåg	Resande	Långväga	Regionala
Pendeltåg	26,7	10 806	2 630	218	2 412	150	404	98	24%	64	64	8%	92%
Regionaltåg diesel	4,9	637	230	109	121	6	131	47	36%	71	72	47%	53%
Regionaltåg el	58,6	15 386	4 822	1 795	3 027	112	263	82	31%	90	93	37%	63%
Intercity och nattåg	8,3	2 197	1 085	899	186	7	266	131	49%	86	94	83%	17%
Snabbtåg	19,8	5 843	3 800	3 588	212	18	295	192	65%	131	135	94%	6%
Summa	118,2	34 869	12 567	6 609	5 957	293	1 359	551	206%	83	92	53%	47%

Regionaltåg el dominerar utbudet med 50 % av antalet tågkilometer och 44 % av antalet platskilometer, se figur 5.14. Pendeltågen svarar för 23 % av körda tågkilometer och 31 % av platskilometer. Snabbtåg svarar för 17 % och övriga fjärrtåg (Intercity och Nattåg) svarar ca 7 % av såväl tåg- som platskilometer. De dieseldrivna regionaltågen svarar för 4 % av antalet tågkilometer och 2 % av antalet platskilometer.

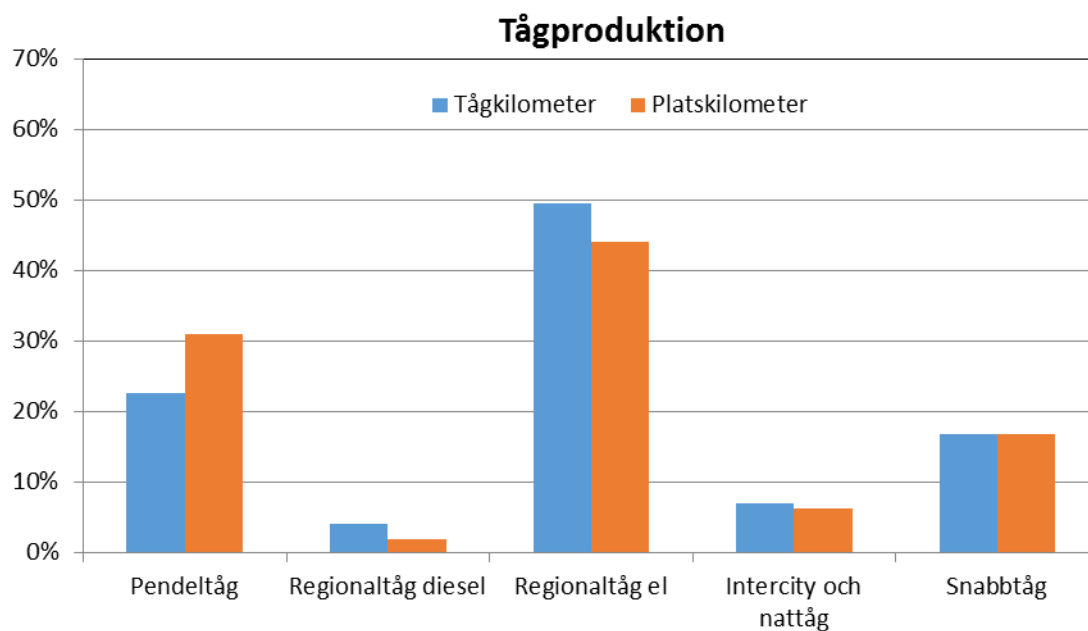
Pendeltågen har den högsta kapaciteten med i genomsnitt 404 sittplatser per tåg. Snabbtåg och övriga fjärrtåg ligger på knappt 300 platser. De eldrivna regionaltågen har 263 platser medan de dieseldrivna har ungefär hälften så mycket, 131 platser/tåg, se figur 6.8.

Av figur 6.8 framgår också medeltal resenärer per produkt. Flest antal resenärer har snabbtågen med i genomsnitt 192 resenärer per tåg. Intercity och Nattåg har 131 resenärer/tåg. Regionaltåg el har 82 resenärer per tåg och regionaltåg diesel har 47 resenärer per tåg.

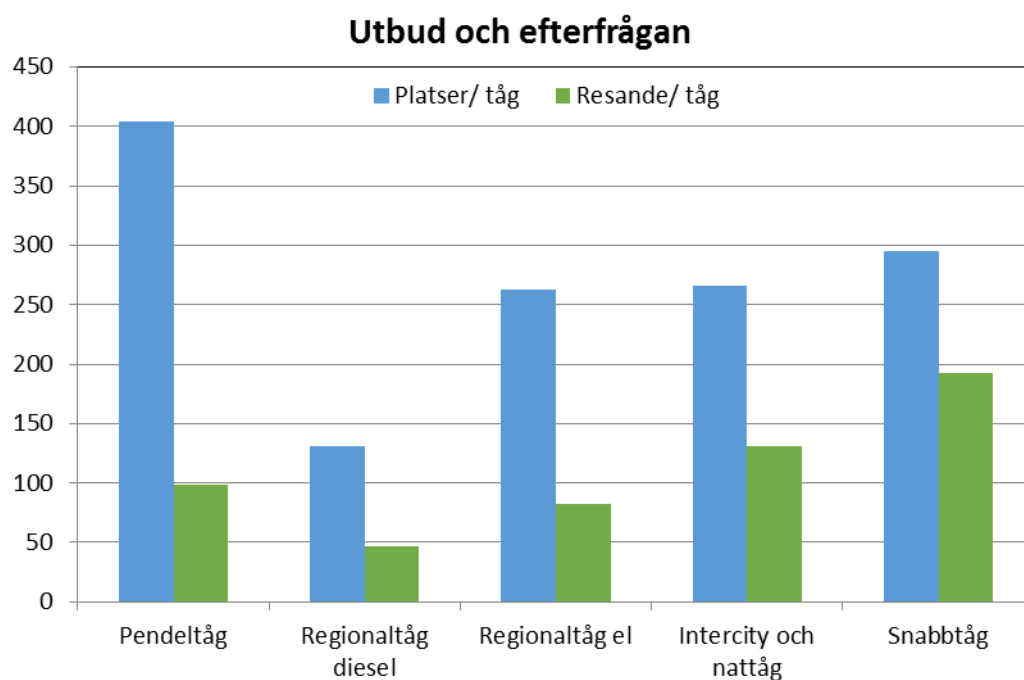
Medelbeläggningen som framgår av figur 6.9. Den är högst för snabbtågen med 65 % och lägst för pendeltågen med 24 %. För Regionaltåg el är den 31 % och för Intercity och nattåg 49 %. För regionaltåg diesel är den 36 %.

Av figur 6.10 framgår i två diagram hur stora andel av de långväga resorna och de regionala resorna som går i olika produkter. 54 % av de långväga resorna går i snabbtåg och 27 % i går i regionaltåg. 14 % går i Intercity och nattåg och 3 % resp. 2 % går i pendeltåg resp. regionaltåg diesel, i det senare fallet är det huvudsakligen matarresor. När det gäller de regionala resorna går 51 % i regionaltåg el och 40 % i pendeltåg. 2 % går i regionaltåg diesel och 3 % i Intercity och nattåg samt 4 % i snabbtåg.

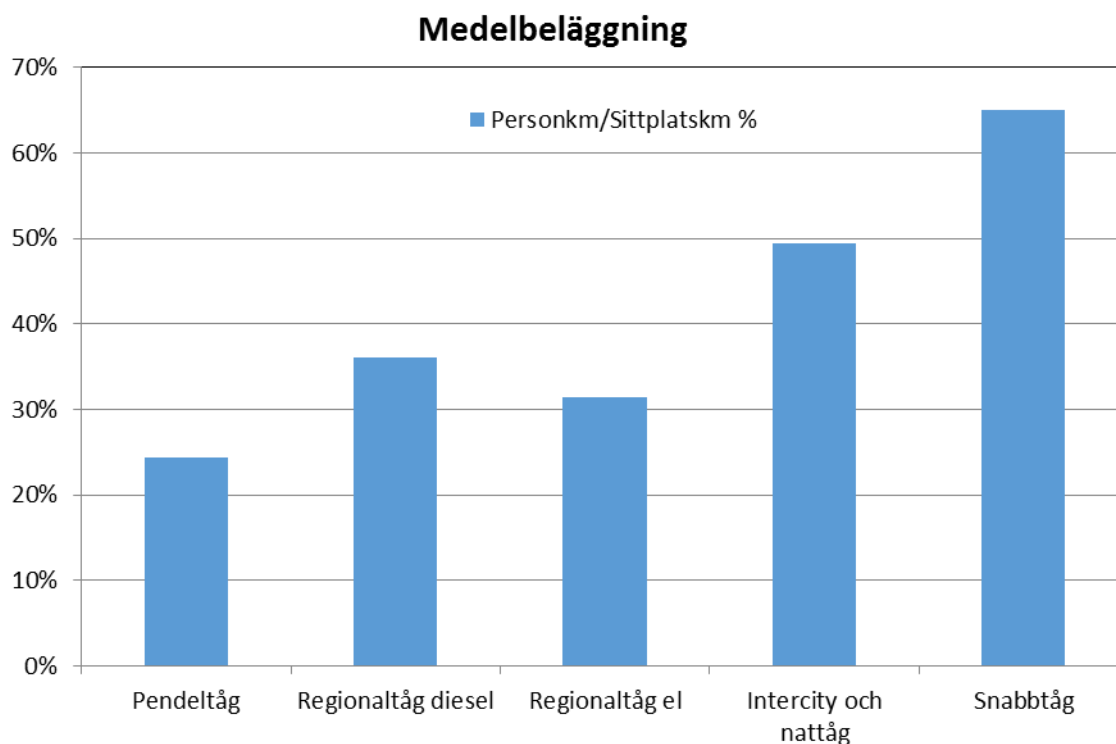
Medelhastigheten är högst för snabbtågen med 131 km/h för tågen och 135 km/h för resenärerna beroende på att de åker fler resenärer i de snabbaste tågen. För Intercity och nattåg är den 86 km/h för tågen och 94 km/h för resenärerna. De eldrivna regionaltågen har en medelhastighet på ca 90 km/h och de dieseldrivna regionaltågen på 71 km/h och är ungefär lika för både tåg och resenärer. Pendeltågen har en medelhastighet på 64 km/h som är lika för tåg och resenärer.



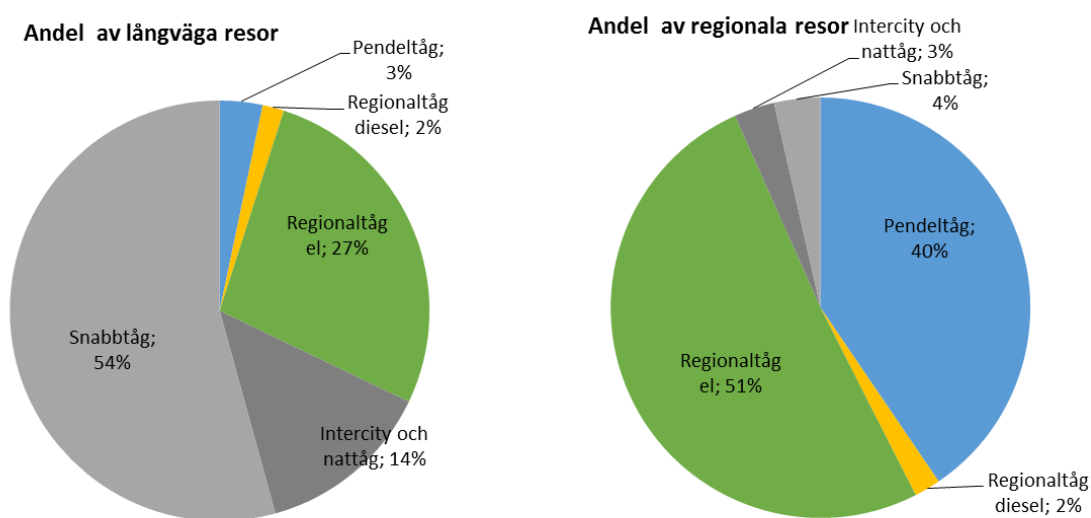
Figur 6.7: Fördelning av tågproduktionen på produkter 2016: Andel av tågkilometer och andel av platskilometer.



Figur 6.8: Medeltal platser per tåg och resenärer per tåg för produkter 2016.



Figur 6.9: Medelbeläggning för olika produkter, personkilometer/platskilometer 2016.



Figur 6.10: Andel de långväga och regionala resorna som sker med olika produkter 2016, avser personkilometer.

6.3 Fördelning på linjer

Databasen har lagts upp så att det även går att aggregera data per linje enligt tabellnumret i Samtrafikens tidtabeller. Där finns 60 huvudlinjer som är presenterade i varsin tabell. En del tåg och förbindelser finns representerade i flera tabeller varför en avgränsning måste göras för varje tabellnummer. I denna rapport har vi valt att presentera några olika linjer med olika karaktär enligt följande:

- Bålsta–Stockholm–Nynäshamn (tabell 111)
- Torsby–Kil–Karlstad (tabell 74)
- Ludvika–Fagersta–Västerås (tabell 55)
- Stockholm–Falun/Mora (tabell 50)
- Malmö–Stockholm (tabell 80)

Bålsta–Stockholm–Nynäshamn är en typisk pendeltågslinje med mycket omfattande trafik.

Torsby–Kil–Karlstad är en f.d. länsbana som trafikeras av dieselmotorvagnar.

Ludvika–Fagersta–Västerås är regionaltågslinje och en matarbana för interregionala resor till Stockholm. Stockholm–Falun/Mora är en typisk fjärrtågslinje på medelångt avstånd med relativt mycket interregionala resor. Malmö–Stockholm är en utpräglad interregional linje men längs denna linje finns även en hel del interregionala och regionala resor på delsträckor.

Av tabell 6.11 framgår det totala persontågsutbudet och de interregionala resorna fördelade på produkter. Det största utbudet av dessa linjer är på linjen Malmö–Stockholm med 6,3 miljoner tågkilometer. Därefter kommer Bålsta–Nynäshamn med 3,8 och Stockholm–Falun/Mora som omfattar 2,1 miljoner tågkilometer. Ludvika–Västerås har 1,0 miljoner tågkilometer. Torsby–Kil–Karlstad svarar för 0,5 miljoner tågkilometer.

Tabell: 6.11: Fördelning på linjer 2016. Obs! Resandet avser endast Interregionala resor och siffrorna är preliminära.

Tabell- nummer	Linje	Tågkm miljoner	Sittplatskm miljoner	Sittplatsh miljoner	Personkm miljoner	Delresor miljoner	Personh miljoner	Platser/ tåg	Medelhast tåg km/h	Reslängd km
111	Bålsta-Stockholm-Nynäshamn	3,8	2 610	45	542	29,1	9 772	695	57	19
74	Torsby-Kil-Karlstad	0,5	51	1	23	0,5	346	110	67	44
55	Västerås-Fagersta-Ludvika	1,0	148	2	57	2,0	664	143	78	29
50	Mora / Falun-Borlänge-Stockholm	2,1	493	5	252	3,4	2 696	233	90	73
80	Stockholm-Malmö	6,3	1 943	15	1 347	4,2	9 568	308	128	318
Summa		13,7	5 245	69	2 221	39	23 044	384	76	57

Pendeltågen Bålsta–Nynäshamn är i särklass störst med en kapacitet på nästan 700 platser. År 2016 gick nästan alltid två X60-tåg sammankopplade längs hela linjen då kapaciteten behövdes närmast Stockholm och det var svårigheter med att koppla loss en enhet under vägen. Malmö–Stockholm med huvudsakligen snabbtåg har en kapacitet på omkring 300 platser medan Intercity-tågen Stockholm–Falun/Mora 230 platser. Tågen Ludvika–Västerås 140 platser och Torsby–Kil–Karlstad 110 platser/tåg, se figur 6.12.

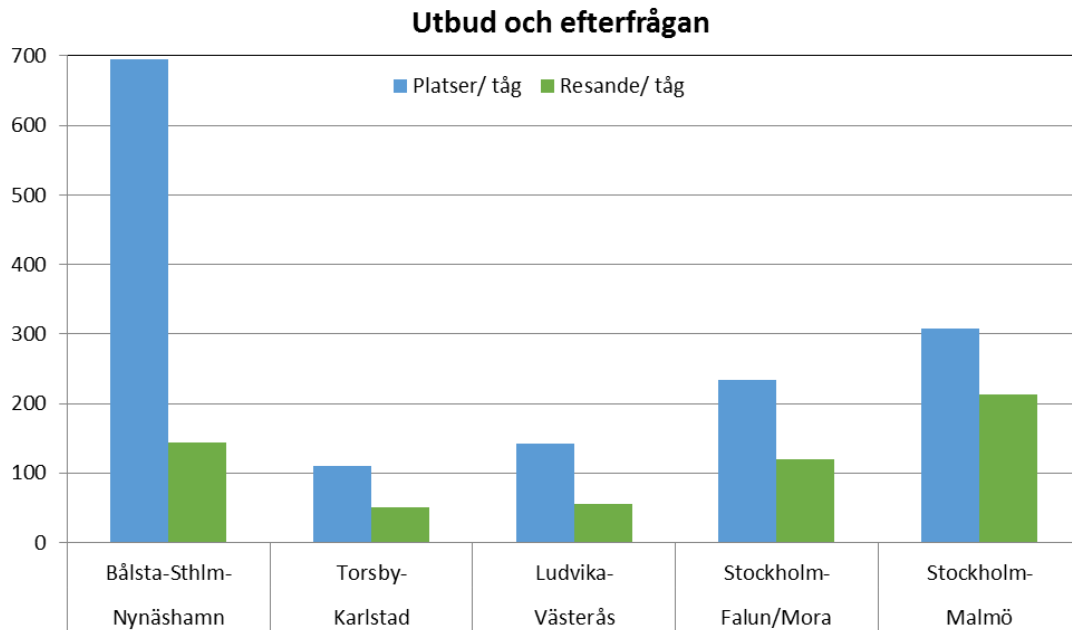
Av figur 6.12 framgår också medeltal resenärer per tåg och av figur 6.13 medelbeläggningen i procent av platserna som besätts. Antal resenärer per tåg är högst på linjen Malmö–Stockholm och även beläggingsgraden som är nästan 70 %. Det beror på att det både är en stor ändpunktsmarknad och stora mellanmarknader vilket ger en ganska jämn beläggning längs linjen. Till den höga beläggningen bidrar också den flexibla prissättningen som alla operatörer tillämpar på denna linje.

Motsatsen är pendeltåget Bålsta–Nynäshamn som har mycket stora tåg och ojämn belastning både längs linjen och över dygnet. I ändarna är efterfrågan ganska låg och sedan ökar den mot Stockholm särskilt i rusningstid då det kan vara ståplatser i Stockholm. Där stiger de flesta av och tåget fortsätter på andra sidan mot rusningsriktningen med låg beläggning. Sedan varierar också efterfrågan mycket under dagen och minskar framåt kvällen. Men eftersom det är en jämn och hög turtäthet hela dygnet och man åtminstone 2016 körde lika stora tåg dygnet runt blir beläggningen så låg som 20 %. Tidigare har man kört en så kallad lillpendel mellan Västerhaninge och Nynäshamn med mindre tåg. Nackdelen med det upplägget var att resenärerna måste byta tåg under vägen.

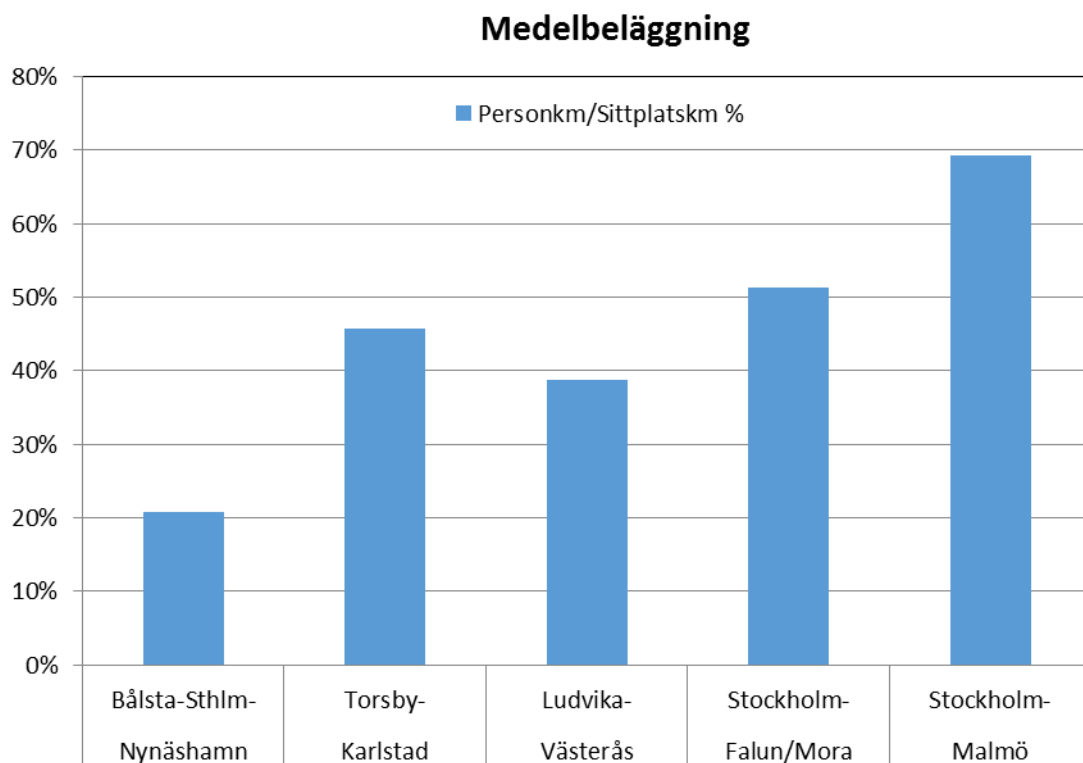
På Stockholm–Falun/Mora är beläggningen ca 50 %, här är det också en stor ändpunktsmarknad och vissa mellanmarknader. Det är i genomsnitt drygt 100 resenärer per tåg. Både Torsby–Karlstad och Ludvika–Västerås har ca 50 resenärer per tåg och en beläggning på omkring 40 %. Tågen var lite större på linjen Ludvika–Västerås varför beläggningen blir lägre där.

Andelen långväga och regionala resenärer framgår av figur 6.14. Andelen interregionala resenärer är lägst på Bålsta–Nynäshamn med 4 %, det är matarresor till andra tåg. Motsatsen gäller för Malmö–Stockholm där det är 98 % och endast 2 % regionala resor. På Dalabanan är det en ganska jämn fördelning mellan långa och korta resor. På Ludvika–Västerås och Torsby–Karlstad är andelen långväga resor ca 25 % och följaktligen de regionala resorna ca 75 %.

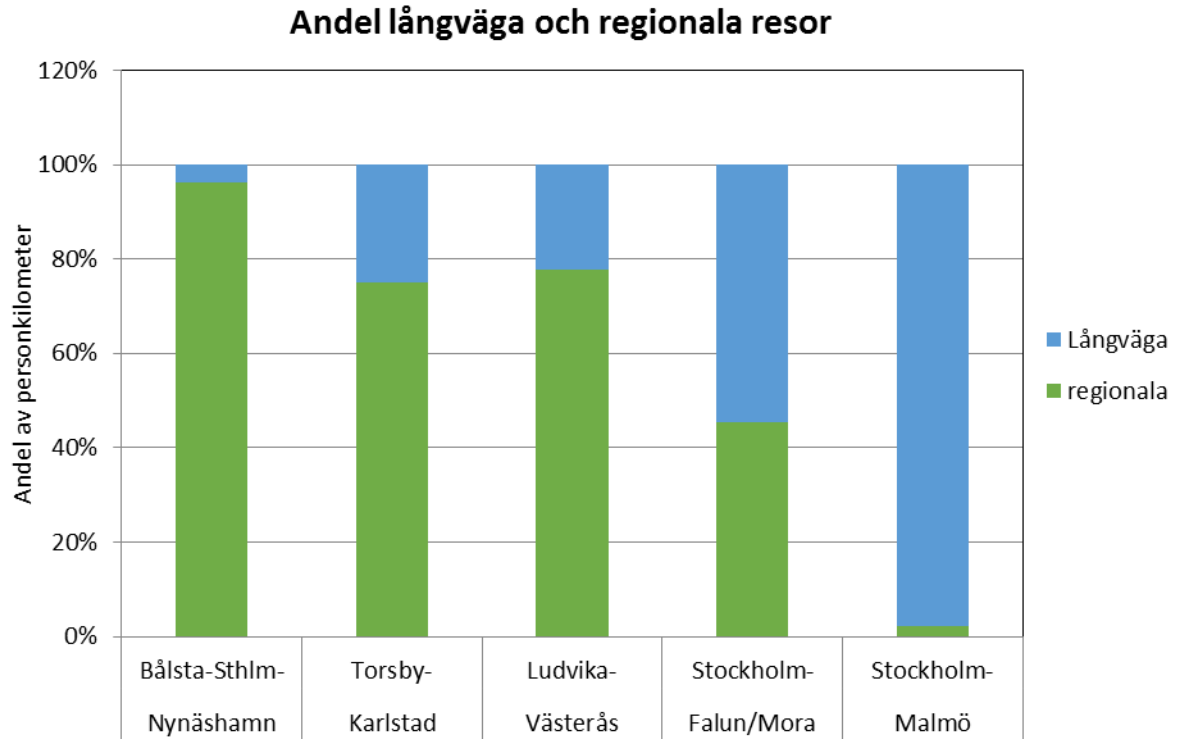
Av figur 6.16 framgår medelhastigheten för de olika tågssystemen dels för tågen, dels för resenärerna. Att den blir olika beror på trafikstrukturen. Det är dock tydligt att dessa linjer har olika karaktär och går i en skala från låg till hög medelhastighet och beläggning. Även om data är osäkra när man går ner på linjenivå kan man med hjälp av några nyckeltal se att tågen kan ha vitt skilda funktioner och trafikuppgifter på olika linjer.



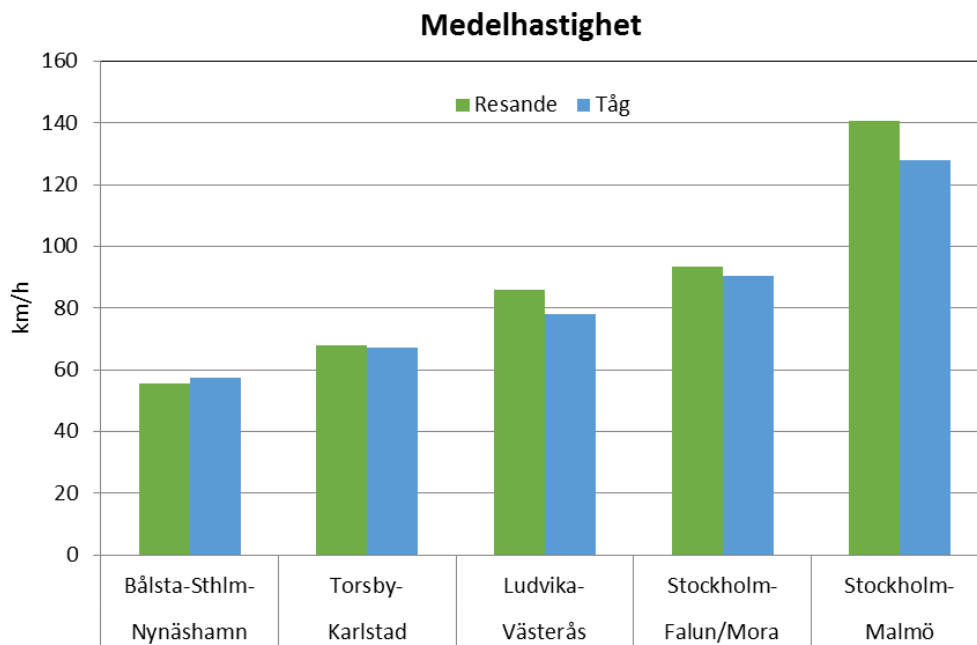
Figur 6.12: Medeltal platser och antal resenärer per tåg på några linjer 2016.



Figur 6.13: Medelbeläggning i personkilometer/platskilometer på några linjer 2016.



Figur 6.14: Andel långväga och regionala resenärer på några linjer 2016, avser personkilometer.



Figur 6.16: Medelhastighet för tåg och resenärer på några linjer 2016.

6.4 Diskussion och slutsatser

Metod

Metoden med att använda Sampers matriser och fördela dem på linjer och tåg i järnvägsnätet fungerar relativt väl. Det kräver dock omfattande databaser som byggts upp i detta projekt över utbud och priser, detaljerade tidtabellsdata för en mäddag och aktuell fordonsanvändning, tågsammansättning och komfortfaktorer. Det arbete som nu är gjort och som man kan ha nytta av i framtiden även för buss och flyg.

Analyser av Sampers matriser med Visum (den så kallad Samvips-metoden) skiljer sig från Trafikverkets analyser med Sampers med Emme genom att Visum på ett bättre sätt kan ta hänsyn till tidtabellsbunden trafik. Med den metod som använts i resandeflöden kan man ta in tidtabeller i realtid det vill säga ta in varje enskild avgång med exakta tider för varje station, så kallad tidtabellsbaserad metod. Hittills har i både Sampers och Samvips använt sig av så kallad frekvensbaserad metod då man använder turtäthet per dygn och en genomsnittlig tidtabell.

Fördelen med en tidtabellsbaserad metod är att man kan importera tidtabeller direkt från en databas t.ex. Samtrafikens databas. Det kanske låter enkelt men det krävs en hel del arbete för att få detta att fungera i ett prognosverktyg som Visum och det är en sak som detta projekt främst har tillfört metodmässigt.

Ett problem har dock varit att Sampers regionala matris avser kollektivtrafik och inte bara järnväg. Eftersom vi inte i detta projekt har haft resurser att också koda in ett bussnät och göra en fullständig färdmedelsvalsmodell har vi avgränsat järnvägsresorna med en förenklad metod. Två olika metoder testades: Den första var att begränsa omlandet till stationerna till 10 km genom att begränsa skaften där matarresorna kan göras. Den andra var att förlänga skaften på matarresorna till med 50 % så att inte resenärerna ska åka tåg långa omvägar när det inte finns några bussar.

Den andra metoden med förlängda skaft gav bäst resultat. Det är en förenkling som vi gjort och vi lyckades få det regionala resandet att stämma relativt väl på totalnivån. Från början hade vi med både tunnelbanan, Roslagsbanan och Saltsjöbanan men det visade sig svårt att få dessa rätt så därför tog vi bort dessa i slutändan när vi kalibrerade resandeflödena. Men det är angeläget att vidareutveckla modellen så att det blir ett fullständigt färdmedelsval både mellan buss och tåg och mellan tåg, flyg och buss.

Ett annat problem var att vi inte lyckades implementera priserna i Visum på ett bra sätt. Eftersom fördelningen på produkter och linjer stämde relativt väl valde vi att inte implementera prisFunctionen. Indata finns dock framtagen och kan användas i ett vidareutveckling av modellen. Det blir särskilt viktigt vid en fullständig färdmedelsvalsmodell där man väljer mellan tåg, flyg, buss och bil.

Det finns stora utvecklingsmöjligheter för ett sådant analysverktyg som vi använt i Resandeflöden, både för mer detaljerade analyser och för mer övergripande prognoser. Som

exempel kan nämnas att de tyska järnvägarna (DB) kör sitt utbud med Visum varje dag för att planera trafiken. Här finns en stor potential för kommersiella järnvägsföretag och för regionala kollektivtrafikmyndigheter och operatörer att använda ett sådant verktyg i tidtabellsplaneringen och i dimensioneringen av trafiken.

För mer övergripande prognoser finns möjligheter att använda denna metod för fullständiga prognoser för det totala resandet med fördelning på samtliga färdmedel ungefär som Samvips men tidtabellsbaserat och med Visum i stället för Vips. Vi anser att det är mycket vunnet om man kan använda Sampers matriser som bas för en sådan prognosmodell. Det blir i så fall att man tar det bästa från Sampers och det bästa från Samvips och hanterar det med ett modernt verktyg som Visum. I detta projekt har vi visat att Sampers matriser är realistiska och att det går bra att hantera dem i Visum.

Resandeflöden på järnvägsnätet

Analyserar man resandets fördelning på järnvägsnätet ser man att de största långväga flödena är mellan Stockholm och Göteborg. Det är också den största ändpunktsmarknaden och flödet är ganska jämntjockt över linjen. Den näst största marknaden för långväga resor är mellan Stockholm och Malmö. Denna sträcka är längre så antalet personkilometer är ungefär lika stort men denna linje består av fler mellanmarknader.

När det gäller de regionala resorna så syns tydligt det omfattande resandet omkring storstäderna Stockholm, Göteborg och Malmö. Därutöver finns omfattande regionalt resande i Östergötland, Värmland och i Norrland på Botniabanan och längs stambanorna. På Stockholm-Västerås-Örebro och Stockholm-Eskilstuna-Örebro förekommer både långväga och regional resor.

Andra stråk med omfattande totala resflöden är Västkustbanan mellan Göteborg och Malmö och Ostkustbanan från Stockholm och norrut mot Sundsvall-Umeå. På västkustbanan minskar dock resandet kraftigt norr om Trollhättan mot Oslo beroende på ett dåligt utbud där. På Ostkustbanan minskar resandet ju längre norrut man kommer men ökar längs Botniabanan mellan Sundsvall och Umeå.

Trafikstruktur

Man kan se ett tydligt mönster i trafikstrukturen. De kommersiella systemen har långa linjer och huvudsakligen långväga resenärer som i större utsträckning åker med de snabbaste tågen i ändpunktsrelationer. Turtätheten är relativt låg. Medelbeläggningen blir därmed hög vilket är en förutsättning för att den ska kunna bedrivas kommersiellt.

Motsatsen är de pendeltågssystemen som går från förorter in mot centrum. Resenärerna kliver på succesivt längs linjen, tågen är ofta fulla när det kommer till centrum och går sedan nästan tomma i andra riktningen eller på andra sidan centrum. Det ger en låg beläggning och i kombination med en låg taxa är det nästan omöjligt att bedriva dessa tåg kommersiellt. Pendeltågen var också de första systemen som blev samhällsköpta och där också en satsning har skett på att bygga ut dessa.

De regionala systemen består av en blandning av tåg på sidolinjer och snabba regionaltåg på huvudlinjer med både arbetsresor och matarresor till interregionala tåg. Det är mindre tåg och beläggningen blir högre än i de lokala systemen då resorna ofta är jämnare fördelade över linjen. Eftersom det är små tåg och låg taxa och relativt hög turtäthet i RKTMs regi är de mycket svåra att driva kommersiellt.

De storregionala tågen är ett relativt nytt system, de är relativt snabba och går på längre sträckor vilket gör att de attraherar både långväga och regionala resenärer. Många av dem har bedrivits som mer eller mindre kommersiell trafik från början av SJ men har successivt tagits över av RKTMs. Till detta har bidragit att de har en viktig funktion i den regionala utvecklingen och att man vill ha ett relativt jämt och högt utbud som också är stabilt över tiden. Om man också vill ha en mer samhällsekonomiskt inriktad taxa blir de svåra att driva kommersiellt.

Slutsatser

Genom att kombinera efterfrågedata med detaljerade utbudsdata går det att få en bra bild över persontrafiken på järnväg i Sverige. Genom att kombinera detaljerade trafik- och fordonsdata under en mättag och sedan skriva upp dem till årsvärden kan man beskriva tågtrafiken i Sverige t.ex. i form av antalet tågakilometer, personkilometer och beläggningsgrader för olika typer av trafik t.ex. lokaltrafik, regionaltrafik, Intercity-trafik och snabbtåg. I projektet visas att modellen har en god överensstämmelse mellan verkligt resande ner på linje- och produktnivå.

För att få en fullständig bild av resandet med tåg i förhållande till det totala resandet är det angeläget att utveckla modellen så att den omfattar såväl tåg, flyg, buss och bil. Många av de rutiner som utvecklats i detta projekt kan då användas och vidareutvecklas så att man får en modell som kan spegla den totala trafiken i Sverige och de olika färdmedlens funktion. Användningsområdet är t.ex. policyanalyser av styrmedel i järnvägstrafiken, grundprognoser för framtida resande som kräver en god detaljering och objektsanalyser med god känslighet för variationer i utbudet. Modellen kan också vidareutvecklas så att man kan göra enklare framskrivningar av trafiken löpande varje år och prognoser för framtiden.

Litteratur

Algers, S., Bates, J., Jansson, K., Lang, H., Larsen, O., Swahn, H. 2013. *Towards a model for long distance passenger travel in the context of infrastructure and public transport planning*. Report 2013 TRITA-TSC-RR 13-013.

Bantrafik 2016. Statistik 2017:21. Trafikanalys, Sveriges Officiella Statistik.

Diehl, U. och Nilsson, L., 2017. *Svenska Lok och Motorvagnar med Personvagnar 2017*. Svenska Järnvägsklubben (SJK), Stockholm.

Eurostats databas för transporter:
<http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database>

Jansson, K., Algers, S., Lang, L., Larsen, O., Mortazavi, R., Bates, J. Daly, A., 2013. *Descriptive and theory report for "Towards a model for long distance passenger travel in the context of infrastructure and public transport planning"*. Report 2013 KTH TRITA-TSC-RR 13-014.

Johansen, K.W., Lindberg, G., 2017: Høyhastighetstog i Sverige. Beregningsverktøy og resultater. TØI rapport 1537/2016. Oslo

Kottenhoff, K., 1999. *Evaluation of passenger train concepts – methods and results of measuring travellers' preferences in relation to costs*. Doktorsavhandling. KTH TRITA-IP 99-48. Stockholm

Nelldal, B.-L., 2015. Fordon vid Sveriges järnvägar 2014 – Analys av Transportstyrelsens fordonsregister. Bilaga 13 till Slutbetänkande av *Utredningen om järnvägens organisation* SOU 2015:110.

Nelldal B-L et al 2009: Höghastighetsbanor i Sverige: Trafikprognoser och samhällsekonomiska kalkyler med Samvips-metoden för utbyggda stambanor och separata höghastighetsbanor. Underlag till SOU 2009:74, rapport KTH TRITA-TEC-RR 10-005.

Nelldal, B.-L., Kottenhoff, K., Lind, G., Rosenlind, S., Troche, G 1996. *Tågtrafikens möjligheter på den framtida resemarknaden*. TRITA-IP FR 96-11.

Nelldal, B.-L., och Wajzman, J., 2003. *Framtida Järnvägstrafik – Prognoser för Banverkets Framtidsplan och olika organisationsmodeller*. KTH Järnvägsgruppen, Stockholm 2003-11-06. Underlagsrapport till Järnvägsutredningens huvudbetänkande SOU 2003:104.

Nelldal, B.-L., och Wajzman, J., 2015. Person- och godstransporter 2014-2030-2050 - Prognoser för framtida järnvägstrafik. Bilaga 14 till Slutbetänkande av *Utredningen om järnvägens organisation*, SOU 2015:110.

Nelldal, B.-L., och Wajzman, J., 2016. *Järnvägens marknad och banavgifterna - Utvecklingen av järnvägssektorn och uppföljning av fordonsbestånd och kapacitetsutnyttjande*. Rapport KTH TRITA-TSC-RR 16-002. Stockholm

Rapportserien utbud och priser från KTH

Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2017 och Avreglering och konkurrens mellan tåg, flyg och buss samt förseningarnas betydelse för tillgängligheten. Bo-Lennart Nelldal, Josef Andersson och Oskar Fröidh, rapport TRITA-TSC-RR 17-003.

Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2016 och Avreglering och konkurrens mellan tåg, flyg och buss samt kopplingen mellan resandet och ekonomin. Bo-Lennart Nelldal, Josef Andersson och Oskar Fröidh, rapport TRITA-TSC-RR 16-004.

Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2015 och Utvärdering av avreglering och konkurrens samt analys av regional utveckling. Bo-Lennart Nelldal, Josef Andersson och Oskar Fröidh, rapport TRITA-TSC-RR 15-004

Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2014 och Utvärdering av avreglering och konkurrens samt analys av kommersiell och planeringsstyrd trafik. Bo-Lennart Nelldal, Josef Andersson och Oskar Fröidh, rapport 2014. TRITA-TSC-RR 14-008.

Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2013 och Utvärdering av avreglering och konkurrens samt Utvecklingen av länshuvudmännens trafik. Bo-Lennart Nelldal, Oskar Fröidh och Gerhard Troche, rapport 2013. TRITA-TSC-RR 13-017.

Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2011 samt Utvärdering av avreglering och konkurrens mellan transportmedlen i långväga trafik. Bo-Lennart Nelldal, Oskar Fröidh och Gerhard Troche. Rapport 2012 TRITA-TEC-RR 12-006.

Development of supply and prices for railway lines in Sweden 1990-2011 and deregulation and competition between modes in long distance traffic – summary in English.

Prisutveckling för tåg- och flyg 1970-2010. PM för Branschföreningen tågoperatörerna, Bo-Lennart Nelldal, KTH 2012-03-30.

Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2009 samt utvecklingen av persontrafiken i ett långsiktigt perspektiv. Bo-Lennart Nelldal och Gerhard Troche. Rapport 2010 TRITA-TEC-RR 10-007

Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2005 samt utvecklingen av flyg- och busskonkurrens 2005. TRITA-TEC-RR 06-001. Bo-Lennart Nelldal och Gerhard Troche, 2006

Utveckling av utbud och priser på järnvägslinjer i Sverige 1990-2003 samt utvecklingen av tåg- och bilrestider 1958-2003. Bo-Lennart Nelldal och Gerhard Troche, 2003

KTH Järnvägsgrupp

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

Alla rapporter från Järnvägsgruppen hittar Du på vår hemsida

www.railwaygroup.kth.se



**TRANSPORT
STYRELSEN**

transportstyrelsen.se
telefon 0771-503 503