

# MODELLER FÖR KOLLEKTIVTRAFIKANALYSER

- DESS BRISTER OCH UTVECKLINGSBEHOV



**OKTOBER 2015**

**CORNELIS HARDERS, LINDA ISBERG, JENS WEST, JENNY WIDELL**

Attraktiv kollektivtrafik är viktigt för att nå det transportpolitiska målet om samhällsekonomisk effektivitet. För att kunna analysera och utvärdera vad som är attraktivt för resenärer samtidigt som det är företagsekonomiskt och/eller samhällsekonomiskt motiverat behövs tillförlitliga modeller och verktyg. En rad olika modeller och verktyg används av myndigheter och organisationer för kollektivtrafikanalyser. Användning och utveckling är inte lika utvecklat och välorganiserad som inom arbetet med analyser av biltrafik. Problemen med att få fram tillförlitliga analysresultat gällande kollektivtrafik har aktualiserats de senaste åren bland annat vid analyser av nya frågeställningar så som höghastighetståg, avreglering av kollektivtrafikmarknaden, ökad trängsel i kollektivtrafiken och nya transporttjänster.

Syftet med det här projektet är att kartlägga dagens problem med modeller och verktyg för analyser av kollektivtrafik och att utifrån detta identifiera prioriterade områden för utveckling. På sikt ska denna utredning kunna ge Trafikverket, kollektivtrafikmyndigheter och andra som arbetar med kollektivtrafikanalyser, vägledning om vilka krav som bör ställas på framtida modellverktyg och vilka förändringar som behöver initieras.

Uppdraget har finansierats av Trafikverket.

Sweco och KTH tackar samtliga personer som har tagit sig tid att bli intervjuade och/eller deltagit i workshopen och frikostigt delat med sig av sin kunskap och erfarenhet. Ett särskilt tack riktas till Oded Cats (Assistant Professor in Public Transport, TU Delft), Daniel Jonsson (PhD, researcher Department for Transport Science, KTH Royal Institute of Technology) och Johannes Östlund (Trafikanalytiker, M4 Traffic) som via granskning av rapporten givit värdefulla bidrag till slutresultatet.

Stockholm, Oktober 2015

Titel: Modeller för kollektivtrafikanalyser – dess brister och utvecklingsbehov

Konsult: SWECO och KTH

Deltagare:

Cornelis Harders, SWECO

Linda Isberg, SWECO

Jenny Widell, SWECO

Jens West, KTH

Bilder & illustrationer: SWECO om inget annat anges

Diarienummer: TRV 2014/25077

Utgivningsdatum: Oktober 2015

Kund: TRAFIKVERKET

Kundens kontaktperson: Therése Olsson

# SAMMANFATTNING

Attraktiv kollektivtrafik är viktigt för att nå det transportpolitiska målet om samhällsekonomisk effektivitet. För att kunna analysera och utvärdera vad som är attraktivt för resenärer samtidigt som det är företagsekonomiskt och/eller samhällsekonomiskt motiverat behövs tillförlitliga modeller och verktyg. Behovet av analyser växer och analysbehovet sträcker sig numera långt bortom de traditionella frågeställningarna.

Modelleringsverktygen för analyser och prognoser för kollektivtrafik är mindre utvecklade än de för biltrafik. En rad olika modeller och verktyg används av myndigheter och organisationer för kollektivtrafikanalyser. Användning och utveckling är inte lika välorganiserad som inom arbetet med analyser av biltrafik. Mer och mer upplevs problem med att få fram tillförlitliga resultat, bland annat då nya frågeställningar ska analyseras, och ett antal myter och rykten om modellernas för- och nackdelar cirkulerar. Oavsett vad orsaken till problemen är – i vissa fall okunskap eller någon förutfattad mening – är de verkliga för den användare som upplever dem. Därför finns ett behov av att samla kunskap om nuvarande modellers brister, samt vilka utvecklingsområden som bör prioriteras utifrån kommande behov av kollektivtrafikanalyser.

Syftet med det här projektet är att kartlägga dagens problem med modeller och verktyg för analyser av kollektivtrafik och att utifrån detta identifiera prioriterade områden för utveckling. På sikt ska denna utredning kunna ge Trafikverket, kollektivtrafikmyndigheter och andra som arbetar med kollektivtrafikanalyser, vägledning om vilka krav som bör ställas på framtida modellverktyg och vilka förändringar som behöver initieras. Kunskap om brister i modeller, testade lösningar, och funderingar kring modellernas användbarhet med mera, är spridd och finns ibland enbart hos enskilda användare och utvecklare, varför en stor del av detta projekt har bestått i att intervjua och sammanföra personer som har erfarenhet av modellutveckling och genomförande av analyser. Kartläggningen har inte skett utifrån ett tekniskt perspektiv utan har i stället utgått från den praktiska användningen; främst frågan om vad modeller faktiskt kan användas för och var problem och brister finns vid tillämpning. Därmed är studien deskriptiv och inte analytisk.

Idéer till förbättring av hur kollektivtrafiken hanteras i analyser är många. Många förslag antas vara relativt enkla att genomföra och skulle heller inte kräva långa och kostsamma utvecklingsprocesser. Genomförandet kräver ett tydligt beslut, mandat och resurser. Åtgärder kan hämtas från olika delar av Sverige eller utomlands och testas för att sedan eventuellt implementeras. Det finns även en del önskemål om förbättringar som eventuellt skulle kräva djupare forskning, vilket dels kan innebära större kostnader och dels osäkerheter om när och hur förändringar kan implementeras.

För närvarande saknas en sammanhållen strategi för utveckling av modeller och verktyg inom kollektivtrafiken. För förbättringar på längre sikt behövs en strategisk plan för utveckling och tillämpning på både kort och lång sikt. Utvecklingen på kort sikt kan börja med att ett flertal saker testas; den generella uppfattningen är att det testas för lite. På längre sikt krävs en samsyn om vilka behov som finns, vilka utvecklingar som sker inom kollektivtrafiken och vilken typ av analyser som kommer att behövas.

Följande behöver göras:

## Enkla åtgärder - bestämma och göra

- Rätta felkällor
- Beställare, användare och utvecklare bör i större omfattning och mer strukturerat samarbeta mer och få stordriftfördelar genom bland annat gemensamma rutiner och indata
- Utveckla kalibreringsdata för kollektivtrafiken
- Upprätta en sammanhållen dokumentation av genomförd modellutveckling, analyser och användning

### Testa och kalibrera

- Testa nya nätutläggningsparametrar för kollektivtrafiken
- Testa interaktion av kollektivtrafik och biltrafik på samma vägnät
- Testa tillämpning av realtidsnätutläggning för kollektivtrafiken
- Kalibrera modeller för att hantera trängsel i kollektivtrafiken

### Forskning

- Analys av vilka andra nyttor kan erhållas genom satsningar på kollektivtrafik?
- Värdering av byten, exempelvis värdet av fler än ett byte – är värdet för byten lika stort oavsett antal byten under en resa?
- Effekter av bättre informationstjänster tex hur olika realtidsinformations-appar påverkar ruttval och värdering av restid, väntetid och förseningstid.
- Internationella resor – hur skapar vi bättre analyser för resor över nationsgränser?
- Multimodala resor – stort behov av att kunna analysera exempelvis park & ride, anslutningsresor med cykel eller kombinationen flyg-tåg?
- Hur kan modellerna hantera de nya villkor på marknaden som avreglering och konkurrens har gett upphov till? Exempelvis tjänster som car to go och Uber?

Det vore även önskvärt med en ansvarig instans för tillämpning och utveckling av analyser för kollektivtrafikåtgärder. Instansen bör tilldelas resurser och mandat för att kunna ställa krav på genomförande av analyser, för att bedriva utvecklingsarbete, samt för att granska. Instansen bör även bära ansvaret för hantering av indata.

---

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

## INNEHÅLL

<b>FÖRORD</b> .....	1
<b>1 INLEDNING</b> .....	1
1.1 BAKGRUND .....	1
1.2 SYFTE.....	2
1.3 GENOMFÖRANDE.....	2
1.4 Avgränsningar .....	2
<b>2 PROBLEMINVENTERING</b> .....	4
2.1 Efterfrågan.....	4
2.2 Nätutläggning och kodning.....	5
2.3 Samhällsekonomi .....	8
2.4 Drift och underhåll.....	8
2.5 Koppling mellan modeller .....	8
2.6 Kunskap, förvaltning och underhåll av modellerna .....	9
2.7 Användning och användarkompetens.....	9
<b>3 TÄNKBARA LÖSNINGAR – INTERNATIONELLA ERFARENHETER</b> .....	10
3.1 Norge – Oslo .....	10
3.2 Danmark.....	10
3.3 Finland – Helsingfors .....	11
3.4 Storbritannien – London.....	11
3.5 Tyskland – MATSim.....	11
3.6 Nederländerna – Omnitrans.....	11
3.7 Övrig forskning, kollektivtrafikassignment.....	12
3.8 Slutsatser av forskning och internationella erfarenheter .....	12
<b>4 PÅGÅENDE FORSKNING OCH UTVECKLING</b> .....	13
4.1 Utveckling och omskattning av Sampers .....	13
4.2 Transmodeller.....	14
4.3 Spårfaktorprojekt .....	14
4.4 Förbättring av nätutläggningsmetoden för kollektivtrafik i Sampers .....	14
4.5 Anslutningsresor/flygtrafik.....	15
4.6 Kunskapsåterföring gällande Trafikförvaltningens modellanalyser .....	15

---

4.7 Samarbete Stockholm – gemensamt nät .....	16
4.8 Övrigt .....	16
<b>5 ANALYS OCH PRIORITERING .....</b>	<b>17</b>
5.1 Enkla åtgärder – bestämma och göra .....	17
5.2 Testa – kalibrera.....	19
5.3 Forskning .....	20
5.4 Organisation och strategi.....	22
<b>6 KÄLLFÖRTECKNING .....</b>	<b>23</b>
6.1 Tryckta källor .....	23
6.2 Intervjuade personer .....	24

---

## 1 INLEDNING

### 1.1 BAKGRUND

Attraktiv kollektivtrafik är viktigt för att nå det transportpolitiska målet om samhällsekonomisk effektivitet. För att kunna analysera och utvärdera vad som är attraktivt för resenärer samtidigt som det är företagsekonomiskt och/eller samhällsekonomiskt motiverat behövs tillförlitliga modeller och verktyg. De modeller som finns idag används bland annat för att besvara frågor om:

- Hur förändringar i utbudet påverkar resandet på specifika linjer eller i ett område.
- Hur nya linjedragningar påverkar resandet totalt sett, och hur resandeflöden fördelar sig.
- Vilka restidsvinster som en förändring åstadkommer.

Dessa är frågor som modellerna i allmänhet är väl lämpade för att analysera. Behovet av analyser växer ständigt och analysbehovet sträcker sig numera långt bortom de traditionella frågeställningarna. Det innebär att analyser efterfrågas inom en mängd områden där befintliga modeller inte kan svara mot behoven. Några exempel på analyser som är aktuella för kollektivtrafik där nuvarande modeller inte ger stöd är:

- Hur möjligheter till anslutningsresor med bil och cykel förändrar efterfrågan på kollektivtrafik (till exempel införande av hyrcyklar och infartsparkering).
- Hur resandet förändras av konkurrerande kommersiell kollektivtrafik.
- Hur olika åtgärder minskar trängseln ombord på fordon i kollektivtrafiken och vilka åtgärder som är mest kostnadseffektiva.
- Vilka åtgärder skapar en pålitlig trafik?
- Hur kollektivtrafiken och därmed resandet och restiderna i storstadsområden påverkas av trängsel i vägnätet.
- Vilken effekt införande av snabbtåg har på regionaltåg och flyg.

Även vid åtgärdsvalsstudier är det av vikt att kunna analysera åtgärder för samtliga relevanta trafikslag med samma detaljnivå och förutsättningar, vilket inte är fallet i dagsläget.

Vips och Visum är de modellverktyg som använts för regionala kollektivtrafikanalysen i Stockholmsregionen. Visum används även för analyser i Göteborgsregionen. Andra aktörer såsom Trafikverket och vissa kommuner har nyttjat Sampers/Emme för analyser av kollektivtrafikprojekt. Bland användandet av modeller och verktyg pågår en förändring: Vips har ersatts med Visum och även SIMS (efterfrågemodellen för Stockholms län) planeras att bytas ut. Det finns en önskan hos regionala aktörer att övergå till Sampers, men då kanske främst i kombination med Visum. Det finns därför ett behov för att säkerställa och förbättra Sampers kvalitet för kollektivtrafikanalysen.

Trafikverket har nyligen bestämt att Transmodeller ska användas för analyser av biltrafik i storstäder och därmed skapas möjlighet för integrerade analyser av bil och kollektivtrafik med hög detaljeringsgrad. Dessutom finns ett antal modeller och verktyg som utvecklats inom forskningsvärlden. Modelleringsverktygen för analyser och prognoser inom kollektivtrafik är mindre utvecklade jämfört med de för biltrafik, och intresset generellt för kollektivtrafikfrågor är mindre än för biltrafikfrågor. Vilka metoder och verktyg som används beror även på vanor, kunskap och programvarulicenstillgången inom organisationen.

Oavsett val av metod och verktyg förekommer det att organisationer har problem med att få fram tillförlitliga resultat då vissa, ofta nya frågeställningar, ska analyseras. För övrigt förekommer en del myter och rykten om modellernas för- och nackdelar samt om vad modellerna klarar av. I intervjuerna som redovisas i kapitel 2 framkommer önskemål och synpunkter som sannolikt upplevs olika av olika användare. Vad ett problem än beror på – ibland kanske okunskap eller någon förutfattad mening – är problemet verkligt för den användare

som upplever det. Mot denna bakgrund finns ett behov av att få kunskap om nuvarande modellers brister, och vidare vilka utvecklingsområden som är prioriterade utifrån kommande behov av kollektivtrafikanalys.

### 1.2 SYFTE

Syftet med projektet är att kartlägga dagens problem med modeller och verktyg för analyser av kollektivtrafik och att utifrån detta identifiera prioriterade områden för utveckling. Målet är att denna utredning på sikt ska kunna ge Trafikverket, kollektivtrafikmyndigheter och andra som arbetar med kollektivtrafikanalys, vägledning om vilka krav som bör ställas på framtida modellverktyg och vilka förändringar som behöver initieras.

En del i arbetet är att systematiskt dokumentera information inom området. Detta eftersom kunskap om bland annat brister i modeller, testade lösningar och funderingar kring framtida utveckling finns hos de personer som har utvecklat och använder dessa modeller och verktyg. Genom att intervjua och sammanföra ett flertal personer med erfarenhet av modellutveckling och tillämpning av kollektivtrafikanalys fås en bred och djup bild av både nuläge och vilken utveckling som önskas.

### 1.3 GENOMFÖRANDE

Projektet har genomförts i tre steg:

*Steg 1 Probleminventering:* En kartläggning av problem med de modeller och verktyg som används idag för kollektivtrafikanalys har genomförts. Identifieringen har skett främst via intervjuer med modellutvecklare och användare av modeller, men även via en litteraturgenomgång. Kategorisering av problemen har genomförts utifrån både modellsystem/verktyg och typ av analys, till exempel nätutläggning, efterfrågeskattning och samhällsekonomi.

*Steg 2 Inventering av lösningar:* Detta moment har utförts delvis parallellt med probleminventeringen. Det finns implementerade lösningar på problemen som kartlades i steg 1, både inom Sverige och utanför landet. Även de intervjuade modellanvändarna har förslag på lösningar. Momentet har genomförts via intervjuer och litteratursökning.

*Steg 3 Prioritering av lösningar:* Steg 1 och 2 resulterade i en lista på problem och lösningar. Genom en workshop med sakkunniga har de framkomna problemen och föreslagna lösningarna sedan diskuterats. Baserat på workshopen och övrigt material har det tagits fram rekommendationer om vilka förbättringar som är prioriterade.

### 1.4 AVGRÄNSNINGAR

Uppdraget har endast behandlat erfarenheter av de modeller och verktyg som används i Sverige, främst i de tre storstadsregionerna samt inom Trafikverket. Vidare är omfattningen begränsad till modeller och verktyg som används idag (vinter/vår 2015). I kapitel 4 ges en kort redogörelse av pågående forskning och utveckling.

Uppdraget omfattar modeller och verktyg för kollektivtrafik även om det i många fall finns en interaktion med modeller för biltrafik. Vissa modeller och verktyg kan användas för analyser både avseende kollektivtrafik och avseende biltrafik.

Uppdraget är inte att ta fram en komplett och systematisk kartläggning av vilka modeller och verktyg som används var och med vilket ändamål. De intervjuade personerna har svarat utifrån sin personliga erfarenhet. I en del fall rör det sig om endast ett begränsat antal modeller och verktyg; i andra fall är utgångspunkten en mer komplett översikt av flertalet modeller och verktyg.



Kartläggningen har inte skett utifrån ett tekniskt perspektiv eftersom syftet inte är att analysera hur vissa parametrar påverkar ett resultat, vilka tekniska möjligheter som finns med vissa modeller eller liknande. Uppdraget har i stället utgått från den praktiska användningen och främst frågan om vad modeller faktiskt kan användas för, samt var problem och brister finns vid tillämpning. Därmed är studien deskriptiv och inte analytisk. Problemen beskrivs såsom de upplevs och analyseras inte närmare.

Ett efterföljande skede bör fokusera ett på antal problem enligt prioriteringslista i denna utredning, analysera problemen och ta fram mer preciserade förslag till lösningar.

### 2 PROBLEMINVENTERING

Inom ramen för detta uppdrag har intervjuer med beställare, utvecklare och tillämpare av kollektivtrafikmodeller i Sverige genomförts under våren 2015. I maj 2015 genomfördes en workshop med ett antal av dessa personer. Som resultat av arbetet har en rad problempunkter identifierats. Kartläggningen baseras på enskilda personers åsikter och tankar, dock med bakgrund i den kompetens och erfarenhet personerna har. Problem och fokus skiljer sig åt beroende på vilken bakgrund de intervjuade personerna har. I detta kapitel sammanfattas de åsikter som har framkommit.

Åsikter har sammanfattats under ett antal huvudrubriker: efterfrågan, nätutläggning och kodning, samhällsekonomi, koppling mellan modeller, kunskap, förvaltning och underhåll av modellerna, samt användning och användarkompetens.

Generellt finns ett önskemål att de modeller som används idag (framförallt Sampers) hellre ska ses över och "trimmas" än att nya modeller och moduler ska utvecklas. Beställare och tillämpare ser mycket potential i befintliga modeller, men uppger att de i dagsläget innehåller en del felaktigheter och felprioriteringar. Samtidigt uppkommer nya frågeställningar som behöver besvaras, som dagens modeller inte kan hantera, varför utveckling är nödvändigt.

#### 2.1 EFTERFRÅGAN

##### KONSISTENS

I olika delar av modeller (Sampers/Emme/Samkalk) förekommer olika värderingar och parametrar för att beskriva i stort sett samma saker, till exempel tidsvärderingar eller bytesvikter vilket kan medföra att de samhällsekonomiska kalkylerna som görs baserat på modellkörningarna blir inkonsekventa och det kan vara svårt att härleda nyttoeffekterna. Till viss del kan detta vara korrekt, men i många fall behöver värderingar och parametrar ses över.

##### AVRESETIDPUNKT, INDIVIDUELLA RESOR OCH REALTID

Det skulle vara fördelaktigt om modellerna tillät resenärerna att styra sin egen avrestid från hemmet på morgonen, då faktorer som exempelvis trängsel i trafiksystemet kan påverka denna. Detta, tillsammans med att införa individer i systemet istället för att använda aggregerade OD-matriser som efterfrågan skulle kunna öka precisionen i modellerna.

Möjligheten att kunna studera effekter av nya källor för information angående utbudet behöver förbättras. Exempelvis hur resenärernas ruttval påverkas av realtidsinformation vid störningar i trafiken och hur ruttvalet och färdmedelsval kan påverkas under resans gång.

##### TAXESYSTEM

Befintliga taxematriser som används i Sampers har inte uppdaterats på länge och är således baserade på inaktuellt material och ett gammalt taxesystem. Det saknas konsistens mellan de regionala och långväga modellerna, som använder olika taxor. Taxorna används dessutom bara vid efterfrågeberäkningar och inte i ruttvalssimuleringen. Modellerna bör utvecklas så att taxorna ingår även i ruttvalet. Den nya nätutläggningsalgoritmen i Emme kan hantera detta.

I takt med att fler operatörer kommer in på marknaden, både för tåg och för buss, uppstår en problematik då både resor med samma avgång, men också resor med olika avgångar vid olika tidpunkter på dygnet eller olika dagar, kostar olika mycket. I Visum ska möjligheten att hantera olika taxor kunna lösas om en tidtabellsbaserad nätutläggning börjar användas.

### VALIDERING OCH KALIBRERING

Mer och bättre validerings- och kalibreringsdata efterfrågas. För busstrafiken är statistik om antalet resenärer (utanför Stockholms län) i stort sett obefintlig. Det är mycket svårt att få tag i statistik om hur många resenärer tågen har och det material som eventuellt kan gå att få tag på är inte direkt jämförbart mot det som modellen genererar exempelvis på grund av aggregeringsnivå och kvaliteten på data. Denna typ av statistik är avgörande för att kunna kalibrera modellerna och för att modellens resultat ska vara trovärdigt. Det efterfrågas större engagemang och öppenhet hos operatörer, såväl buss- som tågoperatörer.

Nya datakällor i form av mobilnätdata (där mobila enheter följs) skulle eventuellt kunna generera mer, och mer pålitlig, resandestatistik på sikt. Denna skulle kunna innehålla information om exempelvis restid, byten och typ av färdmedel.

### MÅLSTYRD PLANERING

Allt oftare efterfrågas prognoser som baseras på en målstyrd planering. Det innebär att resultatet eller resandenivåerna är satta av politiker eller beställare i förväg och att analysen går ut på att studera hur detta resultat kan uppnås, samt vilka åtgärder som i så fall måste till. Att få modeller som hanterar detta ”bakvända” analysförfarande efterfrågas av de intervjuade personerna. Det pågår vissa försök på Trafikverket med känslighetsanalyser inom detta område, något som upplevs som svårt då verkligheten ofta är mer komplex än de mer generella förändringar modellen anpassas till.

### EXEKVERINGSTIDER

Beräkningstiden för Sampers modell för Stockholm och Mälardalen är lång, cirka ett dygn, men har förbättrats avsevärt i version 3.2. Beräkningstiden för region väst är fortfarande cirka två dygn. Det finns önskemål från användarna om att en fullständig modell ska gå att köra över natten, det vill säga med en beräkningstid på 8-10 timmar.

## 2.2 NÄTUTLÄGGNING OCH KODNING

### NÄTUTLÄGGNINGSSALGORITMER, PARAMETRAR OCH VIKTER VID NÄTUTLÄGGNING

De intervjuade personerna beskriver att det råder en inkonsistens i beräkningar som utförs i olika delar av Sampersmodellen, vilket gäller hantering av restidsparametrar i både efterfrågan och nätutläggning. Restidsparametrar används för att kunna ge skillnad i hur resenärerna värderar olika delar av restiden: gångtid till och från hållplatsen, väntetid, åktid och bytestid. Enligt några användare kan de parametrar som används vara oförutsägbara och inkonsekventa, till exempel de höga värderingarna av bytesmotstånd i ruttvalet. I efterfrågeberäkningarna är parametrar hårdkodade och inte läsbara eller ändringsbara för användaren.

Det finns en stor potential i hur nuvarande nätutläggningsalgoritm i Emme kan användas, inte minst med tanke på vilka vikter som används. Algoritmen och tillhörande vikter som används i dag kan ge orimliga ruttval vid exempelvis små förändringar, vilket inte bara innebär ett osäkert underlag för samhällsekonomiska kalkyler

men också för modellestimeringar. Även i Visum finns oklarheter i hur nätutläggningsalgoritmen används på bästa sätt och vilka vikter som är optimala för våra svenska förhållanden, något som önskas utredas vidare.

I nuläget används Vipsalgoritmen i de Visummodeller som används både för Stockholms län och för Göteborg. Det finns osäkerheter kring huruvida det är möjligt att justera parametrar och vikter utan att kontrollera om det förändrar parametrar även i efterfrågemodellen, eftersom Sampersmodellen är skattad från utbudsdata genererad med en viss uppsättning parametrar och vikter.

Resenärer med olika ärenden och preferenser har olika beteenden, men i nuläget hanteras skaffning, påstigningsmotstånd och andra nodspecifika vikter på samma sätt för till exempel en långväga järnvägsresa som för en lokal bussresa. Kan resenärers beteende fångas bättre kan också bättre ruttval för kollektivtrafiken fås. I efterfrågemodellen hanteras resenärers olika typer av preferenser genom att de till exempel tilldelas olika tidsvärden (arbets-, tjänste- och övrigtressor). Dessa klasser borde även appliceras i ruttvalet i nätutläggning av kollektivtrafiken, precis som för bil, och borde kunna omfatta både väntetid, bytestid och ombordtid.

Fördelningen av resenärer mellan parallella linjer, och mellan olika kollektiva färdmedel i modellen, kan både kopplas till förutsättningar för nätutläggningen och för hur kodning av linjerna är gjord. En så kallad spårfaktor, där resor med spårbunden trafik anses mer attraktiv än andra typer av resor i samma relation, kan vara aktuell att kunna simulera. I Sampers/Emme görs detta inte även om det finns metoder för att hantera det i befintliga algoritmer. I Visum finns parametrar för att justera olika färdmedels attraktivitet, och därmed kunna simulera en spårfaktor

Generellt gäller det att hantera ändringar av parametrarna för de olika restidskomponenterna med försiktighet. Ändring av dem i nätutläggningar bör kombineras med att analysera vilka effekter som genereras i efterfrågemodellen. En ändring av parametrar i en nätutläggning för att få en bättre fördelning mellan exempelvis tåg och buss kan i efterfrågemodellen leda till en generell minskning av resandet med kollektivtrafik, vilket troligtvis inte är avsikten. Alla användare verkar inte vara medvetna om sambandet mellan hantering av de "rätta" parametrarna mellan nätutläggningen och efterfrågemodellen.

---

### ANSLUTNINGSRESOR OCH INTERMODALITET

Generellt önskas en bättre förståelse för de första och sista kilometrarna (så kallade anslutningsresor) som görs på en resa, och även kombinationen av transportmedel på en hel resa (gång-cykel-kollektivtrafik-tåg-flyg-bil). Bättre beskrivningar och möjligheter att simulera anslutningsresor till flyg och större stationer efterfrågas, samt möjligheten att kunna analysera "park and ride" och "kiss and ride".

Resenärers beteende är föränderligt och sättet de förflyttar sig mellan till exempel hem och första hållplats är mer varierat i och med exempelvis införandet av låncyklar i flera städer. Frågan om hur resenärerna värderar avståndet till/från hållplats för val av hållplats är något som behöver studeras mer för att kunna beskriva hela resan bättre. Analysverktygen behöver utvecklas för att visa hänsyn till förändringar och för att tillåta olika varianter av anslutningsresor exempelvis val mellan kollektivtrafik och gång vid korta resor till större kollektivtrafiknod.

## TRÄNGSEL, FRAMKOMLIGHET, BYTESPUNKTER OCH RESTIDSOSÄKERHETER

I nuläget tas ingen hänsyn varken till trängsel ombord på fordon, trängsel vid stationer/hållplatser eller den trängsel som uppkommer i vägnätet på grund av många personbilar.

Det är till exempel svårt att värdera införandet av ett busskörfält. Önskemål finns om att kollektivtrafiken ska kodas in på samma vägnät som biltrafiken, för att effekten av interaktionen ska kunna analyseras. Detta kan kräva stora insatser vad gäller underhåll av det kodade vägnätet, då till exempel alla bussar som passerar en viss vägsträcka måste kodas om när justeringar görs på väglänken.

Trängsel ombord på fordonen kan påverka restiden och komforten då resenärer i verkligheten blir hänvisade till nästa buss eller i en del fall ändrar ruttval eller färdstätt. Analyser av till exempel tunnelbana till Nacka med hjälp av BusMezzo har visat att stora restidsnyttor i den samhällsekonomiska kalkylen går förlorade då det inte tas hänsyn till trängseln ombord på fordonen. I Emme 4 finns metodik för att analysera detta.

Kopplat till trängsel finns också en problematik kring stationer, bytespunkter, gångvägar och plattformar som modellerna ofta inte tar hänsyn till. I nuläget kodas bytespunkter ihop i Emme (genom framtagna makron), men detta kan förbättras ytterligare. Exempelvis förekommer det många rent felaktiga kopplingar som i nuläget måste justeras manuellt. Problemet är särskilt svårt i arbetet med att beskriva anslutningsresor med bytespunkter för resor till/från Bromma och Arlanda bättre. I Sampers/Emme används inte passningar mellan avgångar i buss- och tågtrafiken, medan detta görs i till exempel Trafikförvaltningens Visummodell över Stockholms län.

## KOLLEKTIVTRAFIKUTBUD

I Emme finns förbättringspotential när det gäller kodning av kollektivtrafikutbudet och skافتning till/från områden, samt mellan stationer/hållplatser.

Kollektivtrafikutbudet i Sampers/Emme är sedan april 2014 automatkodat, med indata från Samtrafikens databas. Stockholms län och Göteborg med omnejd är fortfarande manuellt kodat, vilket kan innebära en viss inkonsistensproblematik då metodiken för de olika kodningssätten är olika. Det finns önskemål om att även Stockholm och Göteborg ska omfattas av automatkodning. Med de nya automatkodade näten som används i Sampers regionala modeller är det svårt att se linjeföringen av framförallt bussnätet. Detta för att varje linje förekommer i många varianter som kanske trafikerar olika hållplatser, och vägen mellan hållplatserna endast symboliseras med ett rakt streck som inte följer befintlig väginfrastruktur. Ett annat problem är att uppehållstider på stationer och hållplatser inte simuleras på rätt sätt (utan läggs på restiden), vilket framförallt är ett problem för tågtrafiken.

Vid en närmare granskning verkar nätutläggningen i Visum för Stockholms län fungera något bättre än den i Emme. Det beror sannolikt inte på att Visum i sig är bättre, utan på att modellkalibreringen och kodningen har varit mer omfattande för Visum jämfört med Emme.

Det finns önskemål om att gå över till Visum för kollektivtrafikutbud och -analyser i Sampers, samtidigt som motparter menar att Emme klarar att beskriva och analysera kollektivtrafiken precis lika bra som Visum, bara modellen ges dessa möjligheter och används på rätt sätt, med en korrekt och utförlig beskrivning av kollektivtrafikutbudet.

Skaftningen (anslutning av områdena till nätet av linjer och hållplatser/stationer) har förbättrats i och med den automatkodskaftning som gjorts i Sampers nya version (2014-04-01). Den nya skaftningsmetodiken innebär att hastigheten på skaftet anpassas efter vilket transportmedel resenären antas använda mellan hem och hållplats, för att simulera till exempel gång, cykel eller bil. Kodningen gäller enbart för skaftning till busshållplatser och borde införas för alla kollektiva transportslag, både regionalt och nationellt. När modellen behöver kompletteras med nya skaft eller befintliga skaft ska justeras av användaren är metodiken för skaftningen svår att förstå. I många fall, både i de regionala och i de nationella modellerna, förekommer också rena fel i skaftning (både distans, antal och påkopplingspunkter).

Både automatkodning av utbudet och automatkodning av skaft bör kombineras med en kontroll och en förståelse för hur dessa rutiner fungerar så att kodning av framtida nät kan ske i konsistens med kodningen av dagens utbud.

### OMRÅDESINDELNING

Områdesindelningen skiljer sig förnärvarande i Sampers/Emme och Visum vad gäller de modeller och nät som finns för Stockholms län. Områdesindelningen i Sampers (SAMS-områden) kommer att uppdateras i Trafikverkets nästa version som släpps 2016-04-01. Det finns ett önskemål om att områdesindelningen i båda modellerna ska samordnas och bli lika för båda modellerna.

Kodningen av områdesstorleken i de regionala, men framförallt i den nationella modellen i Sampers är grov och det finns fall där tätorter endast är ett stort område, vilket kan påverka färdmedelsvalet och valet av anslutningsresa. Här finns också en koppling till skaftning av områden, se mer under kapitel Kollektivtrafikutbud.

### 2.3 SAMHÄLLSEKONOMI

För samhällsekonomiska kalkyler används Samkalk i stor utsträckning. Det finns ett behov av att kunskapen om, och beskrivningen av, modellen förbättras. Många tillämpare och beställare upplever problem kopplade till modellen och den bristfälliga (eller kanske i många fall alltför detaljerade och tekniska) beskrivningen av modellen. I andra fall kan problemen kopplas till bristfällig kunskap om modellen och hur den fungerar, eftersom det är en komplex modell som tar tid att lära sig hantera, förstå och tolka.

De intervjuade anser att modellen innehåller många brister och saknar förmåga att beskriva flera av de frågeställningar som är önskvärda, till exempel styrmedel, kapacitet, miljöpåverkan, arbetsmarknad, sociala faktorer och exploatering. I takt med att fler operatörer kommer in på den avreglerade marknaden i Sverige uppkommer ett behov av att kunna simulera med hänsyn till detta. Nuvarande Samkalk ger inte den möjligheten.

### 2.4 DRIFT OCH UNDERHÅLL

Det finns ett behov av att göra analyser av drift och underhållsåtgärder, främst kopplat till järnväg. Nuvarande modeller är inte anpassade för detta.

### 2.5 KOPPLING MELLAN MODELLER

Det finns ett önskemål om att kunna koppla ihop befintliga modeller i Sampers/Emme och Visum för Stockholm. En sådan koppling skulle innehålla ett gemensamt kollektivtrafiknät som kontinuerligt uppdateras. Nätet skulle kunna automatkodas och överföringen mellan modellerna skulle underlättas.

## 2.6 KUNSKAP, FÖRVALTNING OCH UNDERHÅLL AV MODELLERNA

Generellt finns behov av bättre förvaltning av modellerna, framförallt Sampers. Förvaltningen bör innehålla en organisation med utpekat ansvar för hur modellerna ska användas och utvecklas. Den bör också ge möjlighet till standardiserad felrapportering som dokumenteras och följs upp. Just ordet standardisering uppkommer under flera intervjuer, angående allt från förvaltningen till en bättre standardisering generellt i Sampers. Det gäller både nätutläggning av, och resultatuttag i, modellen. I dagsläget saknar modellen en standardiserad automatisk metodik för att till exempel redovisa flödesnivåer på länkar (även om det ligger färdiga makron för detta i Sampersbaserna), något som gör validering, rimlighetsbedömningar och jämförelser svåra. Ett bättre kontrollsystem, med standardiserade nätutläggningar för flöden i kollektivtrafiken önskas, tillsammans med andra standardiserade nyckeltal, resultatuttag och kartbilder.

I många fall meddelas att dokumentation till modellerna är bristfällig eller felaktig. Ibland till och med för detaljerad, omfattande eller teknisk (Samkalk).

Flera intervjuade efterfrågar att forskare och utvecklare av modellerna och de som tillämpar modellerna ska kommunicera bättre med varandra för att tillsammans kunna identifiera det som är viktigt för de modeller/analyser som ska göras. Det finns mycket få (eller inga) personer som har en heltäckande översikt över hela systemet, vilket kan vara problematiskt eftersom utveckling av enskilda moduler kan ge konsekvenser i andra delar av systemet.

## 2.7 ANVÄNDNING OCH ANVÄNDARKOMPETENS

Under intervjuerna uppkom flera kommentarer och frågor kring hur de modeller som finns idag används. Används de på rätt sätt och är modellerna utvecklade för att täcka in rätt användningsområden? Modellerna är ofta komplexa och omfattande och frågeställningarna är många.

Följande frågor har ställts av ett flertal intervjuade:

- Används modellerna på rätt sätt?
- Är modellerna utvecklade för rätt användningsområde?
- Är modellerna för komplexa?
- Vilken typ av analyser (svar) efterfrågas?
- Utnyttjar vi modellernas fulla potential?
- Hur hanteras kontroller/granskning/komplexitet/fel?
- Dokumentation?

Många av dessa frågor är kopplade till, och utvecklas inom, andra områden som är beskrivna ovan, men dessa frågor utgör till stor del grunden i de frågeställningar som uppkommit under intervjuerna.

### 3 TÄNKBARA LÖSNINGAR – INTERNATIONELLA ERFARENHETER

Inom ramen för detta uppdrag har ett antal kända tillämpningar utanför Sverige granskats och är inte någon fullständig genomgång. I detta kapitel redovisas information från tillgänglig dokumentation om modeller och användningsområden, samt information från några av de intervjuade personerna. Det finns stor anledning att studera de internationella tillämpningarna vidare, då det finns många områden där Sverige skulle kunna dra nytta av denna kunskap och erfarenhet.

#### 3.1 NORGE – OSLO

I Norge används ett system i Cube Voyager för regionala och nationella analyser, det vill säga på ungefär samma sätt som Sampers. Systemet har, precis som Sampers, sina brister och är framförallt utvecklat för att analysera väggångar. På senare år har kollektivtrafiken tillägnats mer fokus och det har börjat utvecklas modeller för kollektivtrafik som även hanterar storstadsproblematik, till exempel trängsel.

I Oslo används en Emme 4-modell tillsammans med den efterfrågemodell som är framtagen för Cube Voyager. Modellen används till stor del med nätutläggning enligt standardmetodik, men med nodspecifika påstignings- och bytesmotstånd för att bättre fördela resenärerna mellan olika färdmedel. Ett automatkodat nät används.

I samband med tillämpningarna genomförs tester för att förbättra modellens resultat. Bland annat har ett uppdrag för att optimera parametrar för att kunna simulera en så kallad spårfaktor genomförts.

#### 3.2 DANMARK

I Danmark finns sedan länge tillbaka en tradition med projektbundna trafikmodeller. Modeller utvecklas i samband med att det finns behov av analyser för att studera effekter av ett visst projekt. Modeller är därmed för det mesta inte trafikslagsövergripande och inte heller geografiskt heltäckande. Detta har medfört en situation med olika typer av modeller för olika geografiska områden. Problemen med hanteringen har blivit allt mer uppenbara och det är tydligt att en enhetlig hantering för Danmark, med en modell som hanterar alla trafikslag, behövs. Behovet ledde år 2009 till ett regeringsbeslut om att avsätta medel till utvecklingen av den så kallade Landstrafikmodellen (LTM).

Utvecklingsarbetet har pågått sedan 2009. LTM är nu (2015) nästan klar och har testats i några projekt (Trafikanalys 2015). LTM har tyvärr långa körtider, till viss del för att regionala, nationella samt internationella resor samt godstransporter är integrerade i samma modell. Utvecklingen har blivit försenad och den första officiella versionen har inte offentliggjorts än (vår 2015).

För kollektivtrafikutläggningen i LTM används en tidtabellsbaserad metodik särskilt utvecklad för danska förhållanden, med tidtabeller från databaser (Anderson, 2013). I ruttvalet används Probit-SUE (stokastisk jämvikt) för att bättre fånga preferenser och olika tillgång till information. Ingen trängsel finns i kollektivtrafiknätet.

OTM (Örestadstrafikmodellen), som utarbetades för analyser av tunnelbanan i Köpenhamn, används fortfarande.



### 3.3 FINLAND – HELSINGFORS

I Finland finns ingen etablerad nationell modell för regionala kollektivtrafikresor, men Helsingforsregionen har en väl utvecklad modell, som är helt byggd i Emme 3 (Helsingforsregionens trafik, 2011). I denna modell läggs bil- och kollektivtrafik ut på samma nät, så att bussar fördröjs av trafiken och vice versa. Kollektivtrafiknätet är automatkodat och turtäthetsbaserad nätutläggning används.

### 3.4 STORBRITANNIEN – LONDON

Transport for London (TfL) har ett modellsystem där kollektivtrafikmodellen Railplan ingår (Transport for London, 2014). För tillfället finns modellen i Emme som använder flödesberoende restider, vilket gör att ruttvalseffekter som beror på trängsel fångas väl. Modellsystemet har ingen feedback från nätutläggning till efterfrågemodell, vilket gör att ett projekts inverkan på färdmedels- och destinationsval inte kan modelleras. Just nu (2015) pågår modellutveckling av en ny modell i Cube där denna feedback finns med.

### 3.5 TYSKLAND – MATSIM

MATSim är ett öppet forskningsprojekt som bedrivs i samarbete av många universitet, med TU Berlin som den drivande parten. MATSim består av många moduler som tillsammans utgör ett fullständigt aktivitetsbaserat och dynamiskt trafikmodellsystem (Horni, Nagel, Axhausen, 2015).

I MATSim består kollektivtrafiken av enskilda fordon vars restid påverkas av belastningen på länken och hållplatsuppehållen. Nyttan med en aktivitetsbaserad modell är att individuella resenärer med spridning i preferenser kan modelleras. Kedjeresor kan också beaktas på ett naturligt sätt. Kollektivtrafikutläggningen är tidtabellsbaserad och hämtar data från databaser. För närvarande är ruttvalet endast baserat på kortaste väg, med antagandet att kollektivtrafiken går enligt tidtabell.

För tillfället pågår ett projekt i KTH:s regi med att bygga upp ett kollektivtrafiknät över Stockholm i MATSim.

### 3.6 NEDERLÄNDERNA – OMNITRANS

I Nederländerna finns en nationell transportmodell, Landelijk Model Systeem (LMS) och en uppsättning regionala modeller, Nieuw Regionaal Model (NRM). Dessa modeller som baseras på pivot pointmetodik är gamla och har inte en särskilt väl utvecklad kollektivtrafikutläggning. Det finns även en aktivitetsbaserad modell, Albatross, men den används inte särskilt mycket.

Utöver LMS och NRM har många städer egna modeller. Omnitrans är ett modellpaket som används mycket i Nederländerna. I kollektivtrafikutläggningen används den så kallade Zenithalgoritmen (Brands et al, 2014). Den är turtäthetsbaserad och påminner mycket om Optimal strategies, men är utvecklad för att kunna ta hänsyn till multipla färdmedel och multipla rutter, vilket görs med logitval. I modellen kan cykel eller bil användas som accessmode, vilka är mycket vanliga färdmedel i Nederländerna, samtidigt som personliga preferenser ingår i ruttvalet.

### 3.7 ÖVRIG FORSKNING, KOLLEKTIVTRAFIKASSIGNMENT

Det nuvarande forskningsläget inom kollektivtrafikutläggning handlar dels om att fånga tidberoende och dynamiska fenomen, såsom tidtabeller och tidpunktsval (exempelvis i MATSim), och dels om att nå jämviktsläge i ruttvalet med flödesberoende väntetider och hållplatstider samt fasta kapacitetsgränser (t.ex. Schmöcker et al., 2008, Nuzzolo et al., 2012, Leurent et al., 2014, Hamdouch et al., 2014). Flödesberoende restider har visserligen använts länge som ett grovt sätt att modellera trängsel i kollektivtrafiken och till exempel har en Emmealgoritm där restiden kan bli oändlig ifall flödet blir för stort testats på Stockholmsnätet (Cepeda et al., 2006). Metoden garanterar inte att kapacitetsgränserna för utläggningsperioden inte överskrids, vilket innebär att realistiska resultat kan ges som följd. Med fast kapacitetsgräns kan den efterfrågan som blir över till exempel läggas ut under nästa tidsperiod.

Med explicit beaktande av trängsel i kollektivtrafiken avses en modell som tar hänsyn till att enskilda kollektivtrafikfordon har olika resenärsbelastning och som påverkas olika av omkringvarande trafik. En sådan modell, BusMezzo, har utvecklats av KTH. I BusMezzo används en dynamisk simuleringsbaserad metodik för att representera tidsvariabla belastningar och trängseffekter. Detta brukar kallas DTA, som står för Dynamic Traffic Assignment. Resenärers rörelse genom transportsystemet bygger på en dynamisk ruttvalsmodell utvecklad enligt teorin om random utility choice. BusMezzo har hittills använts framförallt för operativ och taktisk planering, men finns inte integrerad i någon strategisk modell. Nyligen har KTH använt BusMezzo för att analysera värdet av bättre kapacitet, effekter av trafikstörningar och realtidsinformation via bland annat fallstudier i Stockholm.

### 3.8 SLUTSATSER AV FORSKNING OCH INTERNATIONELLA ERFARENHETER

I olika länder har man delvis valt att fokusera på olika delar i modelleringen av kollektivtrafik eftersom resandet ser olika ut. I Nederländerna är kedjeresor så vanligt förekommande att det är helt avgörande att kunna modellera dem på ett bra sätt. I städer med mycket busstrafik i blandtrafik som Helsingfors är det viktigt att kunna göra nätutläggningar av kollektivtrafik tillsammans med biltrafik. I större städer som London med trängsel i kollektivtrafiksystemet är flödesberoende restider viktigast. Alla dessa exempel visar på lösningar som skulle vara möjliga att använda även i Sverige.

Det är inte rimligt att ha som målsättning att modellera alla aspekter av kollektivtrafik på ett bra sätt i samma system. Alla de ovan nämnda exemplen har krävt stora resurser att utveckla och delar i modellerna har många gånger fått nedprioriteras för att de problem som ansetts viktigare ska kunna lösas på ett bra sätt. En välgenomtänkt prioritering av de faktorer som ska modelleras är således avgörande.

## 4 PÅGÅENDE FORSKNING OCH UTVECKLING

Det pågår för närvarande ett antal projekt i Sverige med syfte att förbättra befintliga verktyg för prognoser och samhällsekonomisk utvärdering. De viktigaste projekten som har påverkat analyser av kollektivtrafik redovisas nedan. En del av dessa projekt innehåller möjliga förbättringar av de brister och problem som dagens verktyg har.

Nedan redovisas projekt som nämnts i intervjuerna eller som framkommit på annat vis. Det kan finnas andra utvecklingsprojekt som vi inte har fått vetskap om. Vi har valt att presentera de projekt som har fokus på kollektivtrafik eller som påverkar förutsättningar för kollektivtrafikanalys.

### 4.1 UTVECKLING OCH OMSKATTNING AV SAMPERS

KTH driver med stöd av WSP, SWECO och TPmod för närvarande ett forskningsprojekt som syftar till att utveckla och skatta om flertalet av de modeller som ingår i Sampers. En körbar ny Sampersversion (inklusive bil- och körkortsinnehav, resgenerering, färdmedels- och destinationsval) ska levereras i oktober 2015. Därefter sker bland annat finjusteringar, kalibrering, validering och framtagande av basprognoser.

År 2009 genomfördes ett forskningsprojekt där enkäter skickades ut till användare och beställare i syfte att identifiera problem med nuvarande Sampers (Algers et al. 2009). Bland användare och beställare fanns en samstämmig bild av problemen, med körtid och dokumentation som en genomgående källa till problem. Användare upplevde också tydliga problem avseende felsökning och spårbarhet, och förvaltningen nämns från beställarhåll ett flertal gånger som problematisk. Bland de mer tekniska bristerna lyfts problem relaterade till kollektivtrafik och hög trängsel i bilnäten.

Brister som avser långväga resor har förbättrats i samband med omskattningen av den nationella modellen. Trafikverket har utvecklat förvaltningen av Sampersmodellerna. Sampers körtid kommer att minska i och med att programmet skrivs om från grunden i C# och att beräkningstid införs som en viktig aspekt vid designval under implementeringen. Dokumentation av både skattningsresultat och designval i implementeringen görs löpande och all dokumentation samlas digitalt i en wiki.

Kärnan i projektet Sampers-utveckling är en översyn och omskattning av de regionala modellerna för färdmedel- och destinationsval utifrån resvanedata från nationella undersökningen 2005/2006. De regionala modellerna har fått ny ärendeuppdelning med tolv ärenden istället för tidigare sex. Dessutom har modeller för skjutsa, service/barntillsyn/vård och övriga resor skattats. Icke-linjära restider och kostnader har testats i alla modeller och skattningsresultaten visar att de är signifikanta för flertalet ärenden och färdmedel, till exempel faller väntetiden i kollektivtrafik ut som icke-linjär i de flesta fall.

Resultaten av skattningarna visar även att olika socioekonomiska parametrar spelar en viktig roll i efterfrågemodellerna, exempelvis ålder, kön, inkomstgrupp och tillgång till bil i hushållet. En ny typ av variabel som inte funnits med i Sampers tidigare är en täthetsvariabel beräknad som antal invånare plus antal sysselsatta per kvadratmeter. I flera ärenden har täthetsvariabeln fallit ut som negativ för bilalternativet, vilket innebär att sannolikheten till bilval minskar för destinationer med mycket hög täthet, såsom centrala delar av Stockholm, Göteborg och Malmö.

Förutom nya regionala modeller för färdmedel- och destinationsval tas nya modeller för bil- och körkortsinnehav fram inom projektet, samt en ny resgenereringsmodell med ny struktur där "korgar" med ärendekombinationer väljs. Till exempel är arbete/rekreation en vanlig ärendekombination för bostadsbaserade tur- och returesor under en dag.

### 4.2 TRANSMODELER

Transmodeller är ett amerikanskt simuleringsverktyg utvecklat av Caliper Corporation. Transmodeller har tidigare använts mest på den amerikanska marknaden, men börjar nu även användas i Europa. Både vägtrafik och kollektivtrafik kan simuleras i Transmodeller på mikro- eller mesonivå. För makroanalyser används systemprogramvaran TransCad. En fördel med Transmodeller är att buss- och biltrafik kan simuleras samtidigt, så att interaktionen mellan dessa och effekter av till exempel busskörfält kan fångas.

Det Trafikverksfinansierade forskningsprojektet IHOP pekade år 2014 ut Transmodeller som den bäst lämpade dynamiska vägtrafikmodellen att ersätta Contram för mesoanalyser i storstadsområden. Trafikverket satsar på utveckling av en sidomodell till Sampers för storstadsanalyser, där trängsel i biltrafiken är en viktig faktor. Statiska vägtrafikmodeller underskattar restider i nätverk med hög trängsel och studier av trängselskattens effekter har visat att en dynamisk modell är nödvändig vid höga trängselnivåer. Transmodeller används hittills i det Trafikverksfinansierade forskningsprojektet IHOP2 som är ett steg på vägen till framtida StorstadsSampers. Stockholms Stad har också ett pågående projekt i innerstaden där Transmodeller testas som ersättare till Contram.

### 4.3 SPÅRFaktorPROJEKT

Ofta när spårvägsprojekt diskuteras nämns ordet "spårfaktor". Faktorn anses spegla spårtrafikens förmåga att attrahera ett större resande än motsvarande bussystem. Med spårfaktor avses alltså resenärernas särskilda preferens för spårburen trafik jämfört med buss, allt annat är lika. Vissa hävdar att faktorn finns och att den är stor, medan andra anser att den inte finns utan kan förklaras av skillnaden av preferenser för olika färdmedelsfaktorer.

Spårfaktorn hanteras i vanliga fall inte av de prognosmodeller som används för bedömning av projekt. I ett flertal tillämpningar har den lagts till efteråt, genom en handpåläggning. Det har funnits spårvagnsprojekt där antaganden om faktorns storlek har påverkat utfallet av lönsamheten.

Syftet med spårfaktorprojektet är att med hjälp av före- och efterräkningar från projekt där spårväg har ersatt en eller flera tidigare busslinjer, dra slutsatser om huruvida det finns eller kan finnas en spårfaktor. Förändringen i resandet analyseras efter förändring av ett antal faktorer som påverkar detta. Däribland generell efterfrågan, utbud, specifik reseefterfrågan till följd av nya målpunkter, samt komfort och informationsfaktorer. Faktorerna kombineras med ett antal elasticiteter för att få fram den förändring i resandet som kan förklaras. Om resandeförändringen är fortsatt positiv, med hänsyn till osäkerheter, kan det sägas finnas en spårfaktor. Projektet genomförs av SWECO, WSP och KTH och planeras vara klart hösten 2015.

### 4.4 FÖRBÄTTRING AV NÄTUTLÄGGNINGSMETODEN FÖR KOLLEKTIVTRAFIK I SAMPERS

De senaste versionerna av Emme (nr 3 och 4) har en ny algoritm som ger många nya möjligheter att beräkna fördelningen av passagerarflöden mellan geografiska områden på alternativa stråk/linjer. Syftet med ett forskningsprojekt, som genomförs av WSP och kommer att starta hösten 2015, är att utveckla nuvarande metod för nätutläggning av kollektivtrafiken i Stockholms län. I arbetet ingår även att testa assignmentvikternas roll (vikterna för gångtid, åktid, väntetid med mera). Målet är att få modellen att återskapa resandet i länet enligt befintliga passagerarräkningar.

### 4.5 ANSLUTNINGSRESOR/FLYGTRAFIK

Under hösten 2014 genomfördes ett forskningsprojekt för förbättrad hantering av anslutningsresor/flygresor till/från Arlanda och Bromma (Roming, 2015). Bakgrunden till att projektet initierades var att alla flygresor till Stockholmsregionen i nuvarande modell (Sampers) antas göras via Arlanda, och flygutbudet till och från Bromma har kodats så att det går till och från Arlanda istället. Strategin för att lösa detta har varit att anta att flyglinjernas turtäthet verkar kombinerat på flygbussterminalen i city och att flyglinjerna bör förlängas med anslutande buss och järnvägslinjer.

En fördel med att koda utbudet som det fungerar i verkligheten är att bytestiden för flygpassagerare som byter plan på Arlanda eller Bromma inte underskattas; den förhållandevis långa bytestiden på Arlanda kan ge stora skillnader i resultatet. Metoden som använts i projektet har varit att omforma trafikutbudet så att även anslutande kollektiva transportmedel inkluderas mellan Bromma-Arlanda och Cityterminalen-Centralen i Stockholm. Anslutningsutbudet kodas som en förlängning av befintliga flyglinjer. Flyglinjerna separeras också mellan Arlanda och Bromma istället för som nu då alla flygtrafik i Sampers sker över Arlanda.

### 4.6 KUNSKAPSÅTERFÖRING GÄLLANDE TRAFIKFÖRVALTNINGENS MODELLANALYSER

Under vintern 2014 har Trafikförvaltningen i Stockholms län genomfört ett kunskapsåterföringsarbete i samarbete med konsulter från ÅF, SWECO, WSP, Trivector, M4Traffic och Ramböll.

Syftet med arbetet har varit att förbättra och effektivisera processen kring trafikanalyser som utförs på uppdrag av Trafikförvaltningen. För att uppnå detta syfte ska kunskapsåterföringsarbetet bland annat resultera i framtagandet av en rapportmall och grafiska inställningar så att trafikanalyser presenteras så likartat som möjligt oavsett utförare.

Arbetet har genomförts i följande tre faser:

1. Uppsamlingsfas: Respektive konsult dokumenterade kortfattat de olika delarna i trafikanalysskedjan, inklusive styrkor och svagheter i respektive del.
2. Kunskapsutbytesseminarium: Gemensamt seminarium där de inkomna beskrivningarna diskuterades.
3. Sammaställningsfas: Konsulternas beskrivningar och synpunkter sammanställdes och dokumenterades tillsammans med diskussioner och synpunkter från seminariet.

Arbetet dokumenterades i form av minnesanteckningar från seminariet och de olika föredragen.

Trafikförvaltningen har valt att gå vidare med följande aktiviteter:

- Ta fram manual för kodningsprinciper och nätutläggningsinställningar.
- Ta fram en checklista för arbetsrutiner, inklusive standardiserade resultatuttag för kvalitetskontroll.
- Fastställa standardiserade inställningar för grafiska parametrar.
- Ta fram en rapportmall innehållande till exempel standardrubriker, exempel på resultatuttag och grafisk redovisning.

### 4.7 SAMARBETE STOCKHOLM – GEMENSAMT NÄT

Det har funnits och finns ett antal nätverk kring trafikmodeller i Stockholmsregionen. Dessa är inte på något sätt organiserade och ingen aktör har mandat och resurser till särskilda utvecklingsansatser. Några av nätverken har periodvist varit starka och aktiva, men periodvist knappt existerat.

Nätverken har haft fokus på både kollektivtrafik- och biltrafikanalyser.

För närvarande (2015) pågår ett samarbete kring förvaltning av indata till trafikmodeller. Parter i samarbetet är Trafikförvaltningen (SL), Stockholms stad och Trafikverket. Detta är ett relativt välorganiserat samarbete eftersom det finns ett finansieringsavtal och därmed resurser att tillgå.

Samma parter samverkar om Trafikanalysforum.se, ett webbaserat forum kring modeller och verktyg. Arbetet har legat nere en tid.

Sedan en lång tid tillbaka finns nätverket STEMMMA (Stockholms Emme) som startade som ett inofficiellt nätverk kring tillämpning av Emmeverktygen i Stockholm men som nu snarare används som en allmän diskussionsgrupp kring analyser i Stockholmsregionen. Även detta nätverk är ganska inaktivt.

I samband med större infrastrukturprojekt uppstår det oftast samarbeten mellan aktörer och en konsensus kring exempelvis indata och hur analyser ska genomföras. Många av analyserna genomförs av konsulter, men oftast med krav på vilka typer av modeller och verktyg som ska användas.

### 4.8 ÖVRIGT

Det har genomförts ett antal projekt där det har arbetats med backcastingteknik. Backcasting innebär att ett mål sätts upp för hur stor trafiktillväxten ska vara och att de åtgärder som måste till för att uppnå detta mål räknas fram. Mest används denna metod då det handlar om att begränsa tillväxten av biltrafik utifrån ett miljö- och kapacitetsperspektiv. Ett av instrumenten för att uppnå detta är åtgärder för att öka kollektivtrafikens attraktivitet,

SWECO har tidigare genomfört backcastinganalyser för Göteborgsområdet.

WSP och M4traffic har under våren 2015 genomfört ett forskningsprojekt där försök till anpassningar av Sampers genomförts för backcasting.

SWECO har fått ett forskningsuppdrag av Trafikverket att genomföra en mer realistisk kodning av kollektivtrafiken. Uppdraget omfattar ett pilotprojekt för Skåne där busstrafiken ska kodas på det riktiga vägnätet. Tester ska genomföras kring hur denna kodning fungerar. Uppdraget kommer att genomföras under hösten 2015.

## 5 ANALYS OCH PRIORITERING

Idéer till förändring och förbättring för hantering av kollektivtrafiken i analyser är många. De intervjuade har angett ett flertal förbättringsförslag. Utmärkande är att många av dessa förslag har diskuterats länge och funnits med i olika modellutvecklingskedan, exempelvis hantering av realtid och realistisk kodning av busslinjer på vägnätet, men av olika anledningar har de inte genomförts.

Många förslag antas relativt enkla att genomföra och skulle heller inte kräva långa och kostsamma utvecklingsprocesser. Genomförandet kräver ett tydligt beslut, mandat och resurser. Andra åtgärder kan hämtas från olika delar av Sverige eller utomlands och testas för att sedan eventuellt implementeras. Det finns även en del önskemål om förbättringar som skulle kunna kräva djupare forskning, vilket dels kan innebära större kostnader, och dels osäkerheter om när och hur förändringar kan implementeras.

Nedan finns en sammanställning av de förslag av åtgärder som har framkommit. Vi har valt att gruppera förslagen i tre kategorier:

- **Enkla åtgärder – bestämma och göra.** Majoriteten av dessa är åtgärder är väl kända och har diskuterats en längre tid. Åtgärderna kräver ingen forskning eller utveckling av programvara utan endast en utveckling av hanteringen av modellerna och verktygen. Åtgärderna kan genomföras på kort sikt och kräver att någon tar ansvar och avsätter resurser för detta. Vissa av åtgärderna kräver resurser under en längre tid, medan andra går att genomföra snabbare.
- **Testa och kalibrera.** Dessa åtgärder kräver en större insats och är inte enbart av handhavandekaraktär, men åtgärderna kan lösa kända problem eller frågeställningar. Oftast finns en teoretisk lösning tillgänglig, som inte har testats praktiskt, eller så finns lösningen implementerad i andra länders modeller. Möjliga åtgärder behöver kartläggas, testas och förmodligen kalibreras för svenska förhållanden och eventuellt för aktuella stadsförhållanden.
- **Forskning.** Denna kategori omfattar frågeställningar som identifierats i intervjuerna och vid litteratursökning. Det finns för närvarande inte någon lösning. Det kan finnas tankar och idéer om hur problemet skulle kunna angripas och kring några frågeställningar pågår viss relaterad forskning.

Slutligen anges ett antal organisatoriska förändringar som borde genomföras för att förbättra förutsättningarna för en bättre hantering av modeller och verktyg för analyser inom kollektivtrafik.

### 5.1 ENKLA ÅTGÄRDER – BESTÄMMA OCH GÖRA

#### RÄTTA FELKÄLLOR

En del av problemen gällande analyser av åtgärder i kollektivtrafik beror på fel i indata. Intervjupersonerna anger allt från enkla kodningsfel i nätet till mer komplicerade fel i andra typer av indata, exempelvis i socioekonomiska indata. Att fel uppstår går inte att utesluta helt, men risken bör kunna minskas. Många av felkällorna ligger i hantering av indata och kan till en viss del också bero på tolkningssvårigheter när datakällor ska översättas till indata för modellerna.

Det finns ett antal åtgärder som kan genomföras för att minska risken för att sådana fel uppstår:

- Ta fram och implementera rutiner för kvalitetssäkring av indata och modellerna
- Ta fram och implementera rutiner för dokumentation och resultatuttag.
- Upprätta möjligheter till oberoende granskning av indata och resultat för att upptäcka felkällor.
- Koppla olika datakällor till varandra genom fasta rutiner.

Att införa rutiner innebär att ett genomförande sker på samma sätt varje gång analyser genomförs. På så vis kvalitetssäkras rutiner och analyserna blir lättare att kontrollera. Rutinerna bör innehålla fasta rapportmallar och tillvägagångssätt för kvalitetssäkringen. Helst ska de även innehålla fasta rutiner för känslighetsanalyser. Känslighetsanalyser är bra för att kontrollera om modellerna reagerar på förändringar på ett förväntat sätt. En oberoende granskning ökar möjligheterna att upptäcka fel. Att koppla olika datakällor till varandra innebär minskad risk för felaktigheter.

---

### MER SAMARBETE, STORDRIFTFÖRDELAR, GEMENSAMMA RUTINER OCH INDATA

Det har sedan länge funnits samarbeten för analyser för biltrafik, men för kollektivtrafikanalys har det funnits i mindre omfattning. För kollektivtrafikanalys har varje användare haft stora friheter och därmed också uppfunnit nya lösningar. Endast inför analyserna av den långväga kollektivtrafiken har det skett en någorlunda liknande hantering av analyserna. För dessa analyser har Trafikverket varit mycket styrande. För de regionala analyserna har varje region kunnat göra det som de anser lämpligt och resultaten har blivit spretiga utvecklingar kring ett flertal olika system där kompatibilitet saknas.

Många intervjuade upplever att det läggs mindre resurser för utveckling och forskning kring modeller för kollektivtrafik, jämfört med modeller för biltrafiken. För kollektivtrafiken är både tillämpningen och utvecklingen mindre synkroniserad. Det finns önskemål om en större sammanhållning kring modeller och verktyg för kollektivtrafik, så att resurserna kan användas mer effektivt.

---

### KALIBRERINGSDATA

Tillgång och behov av kalibreringsdata kan relateras till vad som sker inom biltrafiken. Flera olika datakällor eller nya sätt att ta reda på resvanor, resor, belastningar gör det möjligt att ta fram ett betydligt större underlag för kalibrering av modellerna än vad som har funnits hittills. Elektroniska betalningssystem innehåller mycket information om resandet och skulle kunna användas till underlag för kalibrering av kollektivtrafiken. Nya sätt att ta reda på resvanor via exempelvis mobiltelefonlösningar bör testas inom kollektivtrafiken på samma sätt som de gör i analyser för biltrafik. Samtidigt försvårar den kommersialisering som finns inom kollektivtrafiken tillgången till pålitlig statistik om resandet. Lagstiftning skulle kunna utöka möjligheten att avkräva data.

---

### DOKUMENTATIONER - MODELLERNA, UTVECKLINGEN OCH ANVÄNDNING

Detta kan inte upprepas tillräckligt många gånger och behöver ingen djupare förklaring. En bättre dokumentation av genomförd utveckling samt av analyser och användning behöver ske. Många användare klagar på Sampersdokumentationen och anger den som ett skäl att Sampersmodellen är svåränvänd och upplevs som en "black-box".

En bra dokumentation av genomförda analyser är viktigt för att i ett senare skede kunna gå tillbaka och studera vad som gjordes och med vilka förutsättningar. Alltför ofta är dokumentationen bristfällig, vilket bland annat leder till att resultat ifrågasätts, samt att analyser behöver göras om, då det finns osäkerheter kring



trovärdigheten. Att utveckla en rutin för dokumentation och ett exempeldokument med innehållsförteckning vore en bra början i detta arbete.

## 5.2 TESTA – KALIBRERA

### NYA NÄTULÄGGNINGSPARAMETRAR

De nätutläggningsverktyg som används idag (Emme/Visum) innehåller ett flertal olika parametrar som kan varieras. Många av parametrarna varieras i princip aldrig och de som en gång antogs vara självklara används fortfarande. Några av intervjupersonerna har testat olika inställningar vilket har gett intressanta resultat. För detta behövs inte nödvändigtvis avancerad forskning. Sannolikt skulle enkla systematiska tester ge värdefulla resultat.

För att hantera andra värden än vad som anses vara standard krävs möjligtvis stöd i en enklare forskning. Då det till en viss del saknas antaganden om alternativa parameterinställningar kan en slumpmässigt ändrad inställning leda till ologiska resultat som är svåra att härleda felkällan till.

Som tidigare nämnts bör kopplingen till efterfrågemodellerna inte glömmas bort. Användning av olika parametrar i nätutläggning än vad som finns fördefinierat i efterfrågemodellen kan ge oönskade resultat.

Att testa nya värden bör initieras med en litteratursökning om tidigare forskning. Modellernas uppbyggnad bör studeras noggrant och därmed även uppskattningen av vad ändrade inställningar skulle kunna åstadkomma. Tester bör sedan genomföras i riktiga modeller och nätverk och inte i några så kallade förenklade forskningsnätverk.

### KODNING PÅ BILNÄTET

Emme/2-systemet införskaffades ursprungligen bland annat för att den möjliggjorde kodning av kollektivtrafiklinjer på bilnätet. På så vis kan biltrafiken interagera med kollektivtrafiken; effekterna i det ena systemet kan påverka det andra och tvärtom. Fler bilar på ett vägavsnitt ger lägre hastighet även för bussarna på samma vägavsnitt. När parkering tas bort på en gata ger detta bättre körtider både för bilar och för bussar. Enligt vad som har framkommit genom inventeringen i detta uppdrag har en sådan tillämpning inte genomförts i Sverige.

Andra verktyg (till exempel Visum) för nätverksanalyser tillåter också en sådan hantering. Det finns inga hinder för att införa detta och koda om kollektivtrafiken så att den använder sig av det vägnät som finns. Detta kommer även medföra att den visuella presentationen av kollektivtrafiken förbättras.

I och med att detta inte tidigare har tillämpats i Sverige bör effekter av en sådan kodning studeras noggrant. Till en viss del är detta en lösning av typ 1 men hur detta slår i modellerna bör studeras. Exempelvis kan effekter bli dubbelräknade. Nuvarande hastighets-/flödessamband för bilar i stadsmiljöer innehåller säkert till en viss del påverkan av bussar. Läggs dessa till på gatan, och som fordon, kan effekten räknas dubbelt.

### REALTIDSNÄTULÄGGNING

Möjlighet att hantera en realtidsnätutläggning var ett argument till anskaffning av just Emme/2, även om det då också fanns andra verktyg som klarade detta. Tillämpning av realtidsnätutläggning skedde aldrig även om den ursprungliga utvecklingen av Sampers innehöll en modul för realtid. Körtiderna för denna modul uppgick till flera dagar och därmed opraktisk att arbeta med. Med de nuvarande hastigheterna på datorer är det möjligt att det numera är praktiskt möjligt att hantera realtidsnätutläggning med hänsyn till körtider.

Det finns andra praktiska problem kopplade till realtidsnätutläggning, exempelvis gällande framtagning av en tidtabell för framtiden och framtida prognoser.

Trots en del återstående problem med realtid borde det experimenteras mer. En tillämpning av realtidsalgoritmen skulle kunna eliminera ett antal problem med nuvarande nätutläggningsalgoritm. Exempelvis skulle tidtabellslagda anslutningar mellan olika kollektivtrafikmedel kunna tas om hand och analyser av taxor och taxesytem skulle bli enklare att genomföra.

### TRÄNGSEL I KOLLEKTIVTRAFIKEN

Trängsel i kollektivtrafiken hanteras inte i de modeller som tillämpas. Trängsel ombord på fordon i kollektivtrafiken är ett fenomen som blir allt vanligare i Sverige, främst i storstadsregionerna. Det görs stora investeringar för att bygga bort trängsel, eller i alla fall minska den avsevärt. Att ha modeller som kan analysera och utvärdera åtgärder för att minska trängsel är viktigt när olika åtgärder ska jämföras med varandra och prioriteringar behövs.

Utomlands finns ett antal exempel där de har tillämpat metoder och verktyg för att ta hänsyn till trängsel i kollektivtrafiken. Detta bör studeras noggrant och om möjligt bör en liknande hantering testas i Sverige. Även utvecklingen kring BusMezzo (se kapitel 3) kan spridas mer och testas i fler sammanhang.

### 5.3 FORSKNING

Många önskemål om modellutveckling som har framkommit behöver en betydligt större insats för att hitta en lösning. Ett antal av dessa önskemål har diskuterats under en längre tid, medan andra är relativt nya. Vissa har identifierats när det har ställts nya krav på kollektivtrafiken och i andra fall har kollektivtrafiken genomgått förändringar som innebär nya behov av analyser. Nedan nämns några av dessa områden med en kort kommentar.

### ANDRA NYTTOR

Precis som för biltrafiken diskuteras Wider economic benefits i kollektivtrafiksammanhang. Finns dessa effekter och hur stora är effekterna? Även andra nyttor såsom minskad restidsosäkerheter, ökad robusthet i systemet, och sociala effekter blir allt viktigare att utvärdera för kollektivtrafikåtgärder.

Behovet att inkludera alla relevanta nyttor blir mer och mer aktuellt, när många av de stora investeringarna i spår motiveras med argument om att de möjliggör en (ekonomisk) utveckling. Diskussionen kring investeringen i höghastighetståg handlar om vilka möjligheter till ökat bostadsbyggande ökade pendlingsmöjligheter kan medföra. Det finns även aspekter kring medfinansiering. En station för höghastighetståg kan medföra ökad investeringsvilja i den kommun stationen finns, bland annat i form av fler bostäder och arbetsplatser. Detta kan generera intäkter för kommuner och därmed skapa ett utrymme för medfinansiering i höghastighetsspår och/eller stationer från kommunalt håll.

### VÄRDET AV BYTEN

Är resenärer i stora kollektivtrafiknät i storstadsområden lika känsliga för byten som resenärer i mindre städer med enklare nät? Är värdet för byten lika stort, oavsett antal byten under en resa? Upplevs byte två och tre som mer besvärliga än det första bytet? Det finns många frågor där det behövs forskning för att få en bättre representation av val av färdmedel och ruttval.

En annan fråga gäller hur och hur mycket har bytesmotståndet (värdering av byte) förändrats i och med lättillgänglig trafikinformation via informationssystem ombord på fordon och i smartphones?

---

### INTERNATIONELLA RESOR

Aktuellt i och med satsningar på ett höghastighetsspårnät och inte minst också för analyser i Skåne och i regionen Göteborg-Oslo.

---

### MULTIMODALA RESOR

Analys av ”park & ride” och numera även analyser av anslutningsresor med cykel eller kombinationen flyg-tåg kan inte ske med nuvarande verktyg.

Som ovan angetts genomförs ett arbete kring en omskattning av Sampers. Den kommande versionen kommer med stor sannolikhet innehålla lösningar på några nämnda problem.

En annan aspekt som kan påverka resor, resekedjor och val av färdmedel eller kombinationer av färdmedel är utvecklingar av självkörande fordon - både buss och bil. Hur ska detta hanteras i modellerna?

Det finns även en ny trend att skapa ”transport as a service” som innebär mindre tydlig distinktion mellan bil och kollektivtrafik (t.ex. Uber, car sharing, demand responsive transit). Hur ska denna typ av nya transportmedel inkluderas i modellerna?

---

### KONKURRENS – TAXOR – NYA AKTÖRER

Avreglering och privatisering inom kollektivtrafiken har gett upphov till en ny situation när det gäller konkurrens mellan olika färdmedel. Ursprungligen utgick modeller från att det i princip endast fanns konkurrens mellan bil och kollektivtrafik. Kollektivtrafiken, främst på regional nivå, sågs som ett enda färdmedel. Med den nya lagstiftningen finns möjligheter till privata initiativ inom den regionala kollektivtrafiken. Nu har det i praktik inte skett några stora förändringar på denna marknad, med endast ett fåtal initiativ har hittills. På några marknader har det länge funnits konkurrens mellan aktörer inom kollektivtrafiken, till exempel flygbusstrafiken.

På tågsidan finns nu också en fullständig marknadsöppning. Detta har lett till att ett flertal aktörer kör tågtrafik på kommersiella villkor.

Dagens modeller kan inte hantera denna situation. Modeller behöver anpassas till att kunna hantera ett flertal aktörer inom kollektivtrafiken, både inom den regionala och inom den långväga kollektivtrafiken. Varje aktörs tidtabell, prisbild och även ett flertal övriga komfortfaktorer bör kunna hanteras i beräkningar.

I och med att trafikentreprenörer får ett större ansvar och frihet för att självständigt planera trafikutbud har dessa aktörer ett ökat behov och intresse för modellbaserade analyser. Dessa analyser kräver en starkare koppling till deras verksamhet exempelvis omloppsplaner, förarplanering och analys av ekonomisk lönsamhet.

---

### RESKEDJOR

Reskedjor är en ständigt återkommande fråga. Hanteringen kommer att bli något bättre med den nya Sampers, men det behövs mer. Resenärer utför oftast flera ärenden genom en kombination av resor. Att förstå detta bättre och kunna modellera detta beteende är viktig för modellernas träffsäkerhet.

### 5.4 ORGANISATION OCH STRATEGI

De slutsatser som hittills framkommit är att det finns ett antal relativt enkla åtgärder som kan genomföras på kort sikt som skulle höja kvaliteten i resultaten, exempelvis via uppdatering av indata samt systematisk validering och kalibrering. Det som främst saknas är beslut och resurser. Här bör en central organisation gå in för att samordna arbetet och sammanföra resurser. Även regionala kollektivtrafikmyndigheter har ett ansvar för att det finns modeller som underhålls och uppdateras.

Det finns för närvarande ingen sammanhållen strategi för utveckling av modeller och verktyg inom kollektivtrafiken. För förbättringar på längre sikt behövs en strategi (på samma sätt som för biltrafik) om modeller och indata. En strategi bör tas fram av den organisation som nämndes innan. Utvecklingen på kort sikt kan först och främst börja med att ett flertal saker testas. På längre sikt behövs en samsyn om vad som behövs längre fram, vilka utvecklingar som sker inom kollektivtrafiken och vad behöver analyseras. Modellutveckling för att kunna klara dessa analyser måste startas nu. Utveckling och implementering tar tid.

Det är även nödvändigt med bättre förvaltning av modellerna och det vore önskvärt med en ansvarig instans för tillämpning och utveckling av analyser för kollektivtrafikåtgärder. Instansen bör tilldelas resurser och mandat för att kunna ställa krav på genomförande av analyser, för att bedriva utvecklingsarbete, samt för att granska. Instansen bör även bära ansvaret för hantering av indata. Generellt finns behov av mer standardisering. Det gäller både nätutläggning och resultatuttag. Ett bättre kontrollsystem, med standardiserade nätutläggningar för flöden i kollektivtrafiknätet skulle göra validering, rimlighetsbedömningar och jämförelser enklare, tillsammans med andra standardiserade nyckeltal, resultatuttag och kartbilder.

## 6 KÄLLFÖRTECKNING

### 6.1 TRYCKTA KÄLLOR

Algers, S et al (2009). Sampers – erfarenheter och utvecklingsmöjligheter på kort och lång sikt, Rapport från Institutionen för transporter och samhällsekonomi och Centrum för transportstudier, Kungliga tekniska högskolan, Stockholm.

Anderson, M K A (2013). Behavioural Models for Route Choice of Passengers in Multimodal Public Transport Networks. Doktorsavhandling. Danmarks Tekniske Universitet.

Brands, T et al (2014). Modelling Public Transport Route Choice, with Multiple Access and Egress modes. *Transportation Research Procedia*, 1, 12 – 23.

Cepeda, M; Cominetti, R; Florian, M (2006). A frequency-based assignment model for congested transit networks with strict capacity constraints: characterization and computation of equilibria. *Transportation Research Part B*, 40 (6), 437-459.

Hamdouch, Y; Szeto W Y; Jiang, Y (2014). A new schedule-based transit assignment model with travel strategies and supply uncertainties. *Transportation Research Part B*, 67, 35-67.

Helsingforsregionens trafik (2011). Helsingin seudun työssäkäyntialueenliikenne-ennustemallit 2010.

Horni, A; Nagel, K; Axhausen, K W (2015). The Multi-Agent Transport Simulation MATSim.

Leurent, F; Chandakas, E; Poulhes, A (2014). A traffic assignment model for transit on a capacitated network: Bi-layer framework, line sub-models and large-scale application. *Transportation Research Part C*, 47, 3-27.

Nuzzolo, A; Crisalli, U; Rosati L (2012). Schedule-based assignment models with explicit capacity constraints for congested public transport networks. *Transportation Research Part C*, 20, 16-33.

Schmöcker, J-D; Bell, M G H; Kurauchi, F (2008). A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment. *Transportation Research Part B*, 42 (10), 925-945.

Trafikanalys (2015). Organisering av samhällsekonomiskt modellarbete – En jämförelse mellan Sverige, Danmark och Nederländerna, rapport 2015:2.

Transport for London (2014). London's Public Transport Assignment Model (Railplan).

6.2 INTERVJUADE PERSONER

Intervjuerna genomfördes mellan mars-juni 2015. Följande personer har intervjuats:

Namn	Organisation
Algers, Staffan	KTH
Almroth, Andreas	SWECO
Bergström, Staffan	Trafikförvaltningen Stockholms läns landsting
Cats, Oded	KTH
Engelsson, Leonid	Trafikverket
Galligani, Nina	Trafikkontoret Göteborg Stad
Gustafsson, Beatrice	Trafikförvaltningen Stockholms läns landsting
Heldemar, Sofia	ÅF
Irvenå, Johan	Malmö Stad
Jansson, Kjell	Egenföretagare
Jonsson, Daniel	KTH
Ljungberg, Anders	Trafikanalys
Lorentzon, Magnus	Västrafik
Nilsson, Christian	WSP
Roming, Peter	SWECO
Röcklinger, Martin	ÅF
Sachse, Carsten	Trafikverket
Sandbreck, Carl-Henrik	SWECO
Östlund, Johannes	M4Traffic