



# Inducerad trafikefterfrågan i dagens modeller för planering av och beslut om infrastruktur



– etapp 3 i forskningsprojekt om inducerad trafik

#### Dokumentinformation

Titel: Inducerad trafikefterfrågan i dagens modeller för planering av och beslut om infrastruktur  
Publikationsnummer: 2011:052  
ISBN: 978-91-7467-119-3  
Författare: Matts Andersson, WSP

Kerstin Pettersson, WSP  
Peter Almström, WSP  
Leonid Engelson, WSP,  
Dirk van Amelsfort, WSP  
Monica Lundin, TfK  
Anders Hagson, Chalmers  
Lena Smidfelt Rosqvist, Trivector Traffic (red)

#### Kvalitets-granskning

Beställare: Lena Smidfelt Rosqvist, Trivector Traffic  
Kontaktperson: Trafikverket (fd Vägverket, SNE)  
Stefan Grudemo, tel 0243-757 93  
Utgivningsdatum: Mars 2011  
Utgivare: Trafikverket  
Produktion: Trafikverket, Grafisk form  
Tryck: Trafikverket  
Distributör: Trafikverket

#### Dokumenthistorik:

Version	Datum	Förändring	Distribution
0.1	2010-10-15	Utkast	Referensgrupp
0.2	2010-11-12	Rev utkast	Arbetsgruppen
0.8	2011-02-15	Slutversion för granskning	Arbetsgruppen
0.9	2011-02-17	Slutversion för godkännande	Trafikverket

# Förord

---

Denna rapport är redovisningen av etapp III av ett forskningsprojekt inom ramen för Vägverkets SNE-grupp RPD (Road Planning and Design).

Projektet om inducerad trafik och dess konsekvenser som helhet syftar till att förbättra kunskapen om detta, vilket innebär kunskap om hur kapacitetshöjande väginvesteringar påverkar trafikarbetet och miljön och därmed de övergripande transportpolitiska målen.

Huvudsyftet med föreliggande rapport och delredovisning av etapp III är att ge en beskrivning av hur inducerad trafik hanteras i dagens modeller och både för effekter på kort och lång sikt. Etappen syftar till att föreslå förbättringar för där så krävs för modellsystem och metoder så att de på ett tillräckligt sätt beaktar inducerad trafik och se till att effekterna tas med i trafikprognoser och samhällsekonomiska kalkyler. Studien har därför även gjort fallstudier och testat Sampers respektive Eva. Ett förslag på ny modell för markanvändnings- och lokaliseringseffekter föreslås också.

Första etappen av forskningen var en litteraturgenomgång som presenterats i ett tidigare projekt genom Trivector Rapport 2009:8 Att hantera inducerad efterfrågan på trafik.

I föregående etapp II inom ramen för detta projekt som redovisas i Trivector Rapport 2009:62 Inducerad trafikefterfrågan i svensk planeringsprocess analyseras hur kunskapen om inducerad trafik används i svensk vägplanering. En genomgång av ett antal förstudier, översiktsplaner samt regionala systemanalyser belyser om och hur man i planeringen diskuterat och tagit hänsyn till fenomenet inducerad trafikefterfrågan. I rapporten utvecklas idéer och tankar om på vilket sätt användningen av kunskapen bättre kan anpassas till svenska besluts- och konsekvensbeskrivningsmodeller.

I projektet föreslås även i etapp IV rekommendationer för hur fenomenet kan hanteras i infrastrukturplaneringen genom slutrapport Trivector Rapport 2011:01 Inducerad trafikefterfrågan – hjälp att hantera fenomenet i planering av trafiksystemet. Slutrapporten tar upp hur och på vilket sätt som inducerad trafikefterfrågan bättre kan hanteras i processen för infrastrukturplanering.

Föreliggande etapp, som redovisas i form av en Trafikverksrapport, har genomförts av Anders Hagson, Chalmers, Matts Andersson, Leonid Engelson, Kerstin Pettersson, Peter Almström, alla WSP, Monica Lundin, TfK samt Lena Smidfelt Rosqvist, Trivector Traffic. Kontaktperson på Trafikverket har varit Stefan Grudemo.

I arbetet med etapp III har dessutom deltagit en referensgrupp bestående av Inga-Maj Eriksson, Agnes von Koch och Eva-Lotta Löfgren, Trafikverket samt Muriel Besèr Hugosson, CTS (KTH). Allt som är skrivet i föreliggande rapport ansvarar dock författarna för.

Lund februari 2011

## Innehåll

<b>1. BAKGRUND OCH SYFTE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. INDUCERADE EFFEKTER PÅ TRAFIKEFTERFRÅGAN OCH SAMHÄLLSEKONOMISKA KALKYLER.....</b>	<b>6</b>
2.1. DEFINITION AV BEGREPP .....	6
2.2. INDUCERADE TRAFIKEFFEKTER ENLIGT LITTERATUR .....	6
2.3. HUR INDUCERAD TRAFIK BEAKTAS I DAGENS PROGNOSE- OCH KALKYLMODELLER .....	8
<b>3. FALLSTUDIER AV KORTSIKTIGA EFFEKTER I SAMPERS.....</b>	<b>13</b>
3.1. SÖDRA LÄNKEN .....	13
3.2. ÖRKELLJUNGA .....	30
3.3. SLUTSATS OM SAMPERS OCH KORTSIKTIGT INDUCERAD TRAFIK .....	43
<b>4. FALLSTUDIER AV EFFEKTER FÖR EVA .....</b>	<b>44</b>
4.1. FÖRBIFART SKULTORP .....	44
4.2. FÖRBIFART ÖRKELLJUNGA.....	46
4.3. SLUTSATSER FÖR STUDERADE OBJEKT .....	48
<b>5. ANALYS AV ALTERNATIVA METODER ATT INKLUDERAR MARKANVÄNDNINGS- OCH LOKALISERINGSEFFEKTER .....</b>	<b>49</b>
5.1. POTENTIALMODELLER.....	49
5.2. LUSIM .....	56
5.3. MARKOVKEDJOR.....	68
<b>6. FÖRSLAG PÅ MODELL- OCH METODFÖRBÄTTRINGAR OCH ANVÄNDNING .....</b>	<b>93</b>
6.1. FÖRSLAG TILL METOD FÖR MINDRE OBJEKT .....	93
6.2. FÖRSLAG TILL METODER FÖR STÖRRE OBJEKT.....	100
<b>7. SLUTSATSER/SAMMANFATTNING .....</b>	<b>101</b>

# 1. Bakgrund och syfte

Projektet syftar till att se hur metoder och modellsystemen Sampers och EVA kan förbättras så att de på ett tillräckligt sätt kan beakta fenomenet inducerad trafik.

I Sverige används Sampers modellsystem för att utvärdera större infrastrukturinvesteringar. Det är ett system av efterfrågemodeller som behandlar resfrekvens, destinationsval, färdmedelsval och vägval. I det systemet sker återkoppling mellan modellerna för att ta hänsyn till exempelvis trängselnivåer. Det innebär att systemet teoretiskt tar hänsyn till de effekter av inducerad trafik som uppkommer på kort sikt, medan markanvändnings-, lokaliserings-, och bilinnehavseffekter som uppkommer på längre sikt däremot inte beaktas i modellsystemet. För mindre objekt används EVA som använder fasta matriser och därmed inte inkluderar inducerade effekter.

Syftet med etapp III har varit att:

- Testa hur väl Sampers beskriver de inducerade effekterna. Detta har gjorts med två fallstudier.
- Föreslå metod för hur användningen av EVA skulle kunna ta bättre hänsyn till inducerade effekter.
- Inventera olika möjliga metoder för att beskriva långsiktiga lokaliserings- och markanvändningseffekter.
- Föreslå metod/metoder för att beskriva långsiktiga lokaliserings- och markanvändningseffekter.

## 2. Inducerade effekter på trafikefterfrågan och samhällsekonomiska kalkyler

Detta kapitel syftar till att underlätta förståelsen av kapitel 3-5. I avsnitt 2.1 definierar vi vad vi menar med ”inducerad trafikefterfrågan”. I avsnitt 2.2 ges en kort överblick av den internationella litteraturen på området. I avsnitt 2.3 behandlas vilka effekter den inducerade trafiken har och hur de påverkar (/skulle påverka) den samhällsekonomiska kalkylen (och liknande utvärderingsmetoder). Skillnaderna mellan de två kalkylprogrammen Sampers/Samkalk och EVA går genom.

### 2.1. Definition av begrepp

Grunden för inducerad trafikefterfrågan handlar inte om de nya vägarna i sig utan om att det går snabbare att ta sig till olika målpunkter som gör att vi utan andra åtgärder använder de ökade möjligheterna till att öka transporter och därmed trafikarbetet. Ökad hastighet för ett transportsätt minskar också den relativa attraktiviteten för andra färdssätt. På en översiktlig nivå utnyttjar vi tidsvinsterna vi gör på ökade hastigheter till att resa mer och längre. Den ökade nytta som väginvesteringen ger möjlighet till – genom t ex ökad hastighet eller kortare avstånd till alternativa aktiviteter – innebär att den genererar ökad trafik utöver att omfördela befintlig trafik<sup>1</sup>.

*Inducerad trafik definierar den extra biltrafik som nygenereras av utökad vägkapacitet och är alltså biltrafik utöver omfördelningen i tid och rum av den som redan finns i systemet. Den inducerade trafiken består av resor som kunde ha gjorts med annat färdmedel, längre bilresor samt av bilresor som inte hade gjorts alls utan den nya vägkapaciteten. Inducerad trafik inkluderar inte ökad trafik på grund av att befolkning eller ekonomiskt utrymme ökar.*

Vid resonemang om trafikeffekter av en ny vägsträcka är det både av betydelse att diskutera den i närliggande vägsystem nygenererade trafiken men även om sträckningens betydelse för vägnätets kapacitet och hastighet som helhet vilket kan de inducerade effekter utöver de mest närliggande. Beroende på vilken systemavgränsning och vilken nivå i planeringen som är aktuell kan detta skilja från fall till fall.

### 2.2. Inducerade trafikeffekter enligt litteratur

En mängd forskning har i olika studier kvantifierat sambanden mellan utbud av infrastruktur och efterfrågan på transporter<sup>2</sup>. Resultaten innehåller både kortsiktiga och långsiktiga effekter. Elasticitet kan beräknas både mot hur mycket utökade

---

<sup>1</sup> Goodwin & Noland, 2001, Building new roads really does create extra traffic: A response to Prakash et al, Centre for Transport Studies, London

<sup>2</sup> Se t ex review av Rodier, 2004, A review of the representation of induced highway travel in current travel and land use models, TRB eller Barr, 2000, Testing for the Significance of Induced Highway Travel Demand in Metropolitan Areas, Transport Research Record, 1706:2000 eller Hansen et al, 1993, The Air Quality Impacts of Urban Highway Capacity Expansion: Traffic Generation and Land Use Change, Institute of Transport Studies, University of California, Berkeley eller Hansen och Yuanlin Huang, 1997, Road Supply and Traffic in California Urban Areas, Transportation Research A, 31:205-218 eller Noland, 1999, Relationships Between Highway Capacity and Induced Vehicle Travel, Presented at 78th Annual meeting of the Transportation Research Board, Washington DC

vägsträckor och minskade restider påverkar trafikarbetet. Variationen i resultat från de olika studierna är mycket stor se Tabell 2-1 och Tabell 2-2. Och talen för restidselasticitet är större än de för vägsträcka.

De direkta effekterna på trafikarbetet av utökad kilometer väg är att trafikarbetet ökar med 1 till 7 % för varje 10 % ökning av kilometer väg. De långsiktiga effekterna på trafikarbetet är snäppet större och har i de olika studierna skattats öka med 3 till 10 % då kilometer väg ökar med 10 % (se Tabell 2-1).

*Tabell 2-1 Elasticiteter, på kort respektive lång sikt, från olika forskningsstudier för trafikarbetet med avseende på ökad sträcka väg. Då elasticiteten är 1 betyder det att 10 % ökat antal kilometer väg ger 10 % ökat trafikarbete. Källa: Rodier (2004)*

	lägsta värde	högsta värde	lägsta värde	högsta värde
Trafikarbete map ökad sträcka väg	0,1	0,7	0,3	1,0

Även om det finns en rad faktorer som påverkar efterfrågan är det hastigheten som främst är konkurrenskraften i den ökade vägkapaciteten. Ökad hastighet minskar utbudskostnader i form av minskad restid vilket ökar efterfrågan. Minskad restid ger ännu större variationer i trafikarbete mellan högsta och lägsta värde, på kort och på lång sikt än vad vägsträcka gör. Då restiden minskar med 10 % ökar trafikarbetet på kort sikt med mellan 3 % och 5 %. Den långsiktiga effekten är betydligt större och varierar från 4 % till hela 110 % (se Tabell 2-2).

*Tabell 2-2 Elasticiteter, på kort respektive lång sikt, från olika forskningsstudier för trafikarbetet med avseende på minskad restid. Då elasticiteten är -1 betyder det att 10 % minskad restid ger 10 % ökat trafikarbete. Källa: Rodier (2004)*

	lägsta värde	högsta värde	lägsta värde	högsta värde
Ökat trafikarbete map på minskad restid	-0,3	-0,5	-0,4	-11,0

En del av den mycket varierande elasticiteten som redovisas från de olika studierna beror på de komplicerade metodproblem som man måste kunna hantera för att skatta korrekt elasticitet<sup>3</sup>. Dels måste man kunna särskilja de effekter olika åtgärder eller förbättringar i vägsystemet ger. Dels måste man kunna ta hänsyn till vad som beror på vad i utvärderingar av de olika effekterna. Hur ser dessa orsakssamband ut?

Även om vi i denna rapport fokuserar på vägtransporterna är det viktigt att komma ihåg att det inte endast är mängden *vägtransporter* som påverkas. En del studier inkluderar även andra faktorer och konstaterar att även vilket färdmedel som väljs och hur tätt bostäder och arbetsplatser planeras påverkas av väginvesteringar<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Hansen, 1995, Do new highways generate traffic? Access No. 7, 16-22 och Cervero, 2001, Road expansion, urban growth and induces travel: a path analysis. Dept of City and regional planning, institute of urban and regional development, University of California, Berkeley

<sup>4</sup> Strathman et al, 2000, Analysis of Induced Travel in the 1995 NPTS, final technical report to the US Environmental protection Agency, Office of Transportation and Air Quality

### **2.3. Hur inducerad trafik beaktas i dagens prognos- och kalkylmodeller**

Idag finns främst två modeller för att beräkna effekter av väginvesteringar:

- Sampers/Samkalk. Samkalk är kalkylmodellen som är kopplad till prognosystemet Sampers. Används till systemanalyser, styrmedelsanalyser, trafikeringsanalyser samt till analyser av större väg-, järnväg- och flyginvesteringar.

EVA. Används för analyser av mindre väginvesteringar.

Det finns även modeller för ännu mer detaljerade analyser, men i denna genomgång håller vi oss till Sampers/Samkalk och EVA.

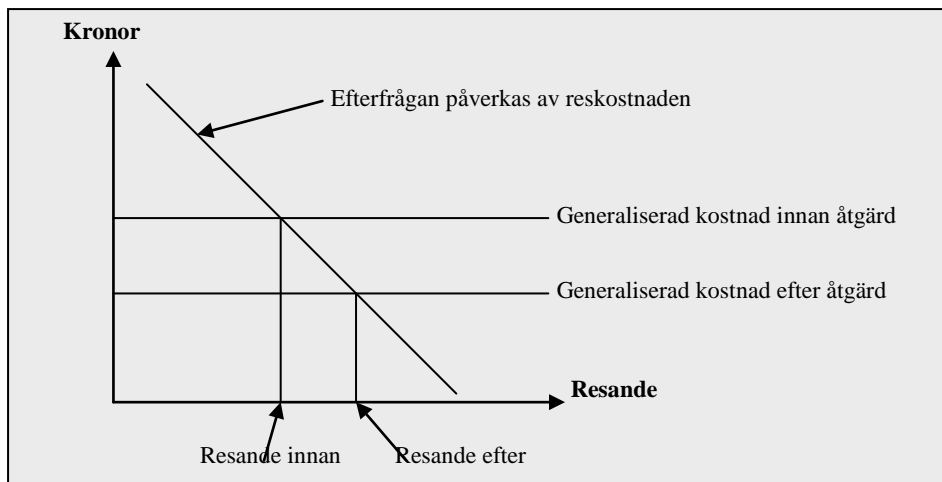
Med Samkalk beräknas:

- Producentöverskott (biljettintäkter, fordonskostnader, biljettmoms och banavgifter)
- Budgeteffekter (drivmedelsskatt för vägtrafik, vägavgifter/vägs katt, biljettmoms och den samhällsekonomiska alternativkostnaden för fordonskostnaden)
- Konsumentöverskott (reskostnader, restidsvinster, vägavgifter/vägs katt och godstidsvinster för vägtrafik)
- Externa effekter (utsläpp, trafikolyckor)
- Drift och underhåll samt reinvesteringar. För vägtrafiken beräknas trafikberoende och trafikoberoende DoU sammanslaget. För järnvägen beräknas trafikberoende DoU (marginellt slitage). Trafikoberoende DoU och reinvesteringar anges som indata.

Som synes beräknas merparten av de effekter som ingår i en samhällsekonomisk kalkyl. De effekter som inte beräknas är exempelvis:

- intrång (vare sig buller eller barriäreffekter)
- trafiksäkerhet i korsningar mellan väg och järnväg
- förseningar
- godstidsvinster för järnväg (endast godstidsvinster för väg beräknas).

Konsumentöverskottet beräknas i Samkalk på O/D-nivå (relationsnivå) med hjälp av den så kallade ”rule of the half” som innebär att tillkommande och överflyttade trafikanter antas tillgodogöra sig halva restidsvinsten. Principerna för beräkningen visas i diagrammet nedan.

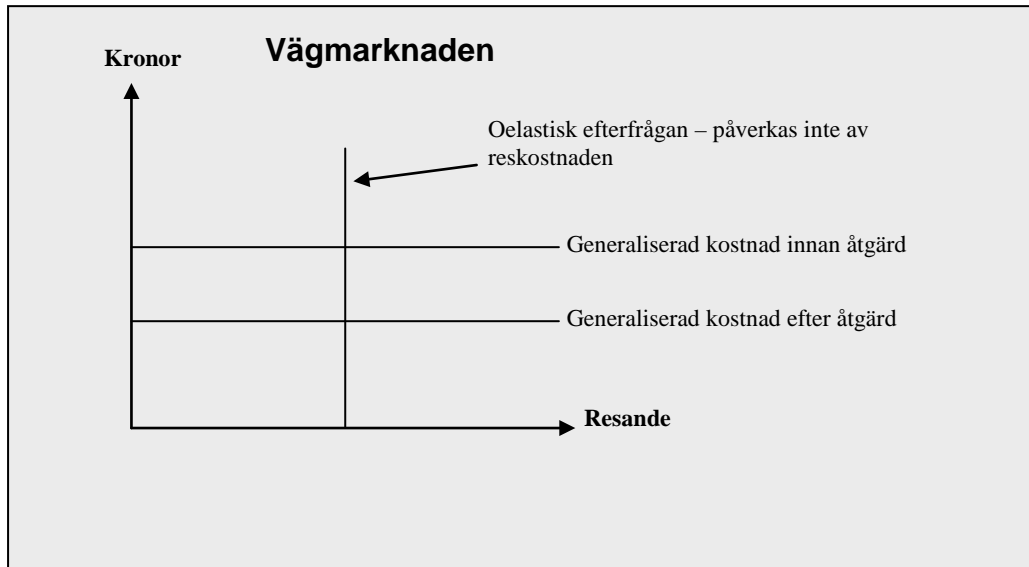


Figur 2-2 Principen för samhällsekonomisk analys i Sampers/Samkalk.

Som visas i figuren ovan antas åtgärden sänka den generaliserade kostnaden för att resa, vilket leder till att resandet ökar. De som reste redan innan åtgärden antas tillgodoräkna sig hela sänkningen (de gör ju precis samma sak som innan, men till lägre kostnad), de som börjar resa efter åtgärden antas tillgodoräkna sig halva sänkningen (vissa hade flyttat redan vid en marginell reskostnads-sänkning, vissa flyttade först på grund av den sista kronan).

Sampers beräknar alltså skillnaden mellan resande innan och efter åtgärden, med andra ord den inducerade trafiken (detta är ju syftet med modellen). Det finns dock ett par effekter som inte beaktas. I de flesta Sampersanalyser antar man att markanvändningen inte påverkas av tillgänglighetsförändringar. Det är möjligt att lägga in olika markanvändningar i jämförelse- och utredningsalternativet, men det görs aldrig (främst på grund av att det är arbetskrävande). En annan begränsning är att bilinnehavet inte påverkas av förändrad tillgänglighet.

Den stora skillnaden mellan EVA och Samkalk är att EVA inte bygger på en prognosmodell, medan Samkalk bygger på utdata från Sampers. I EVA antas att ingen trafik överflyttas eller nygenereras. Detta innebär att både beräkningen av konsumentöverskott och beräkningen av externa effekter bara görs för de trafikanter som reste i relationen även innan åtgärden. I diagrammet nedan illustreras konsumentöverskottsberäkningen i EVA.



Figur 2-3 Principen för samhällsekonomisk kalkyl i EVA.

Rubriken för diagrammet är ”vägmarknaden” då EVA endast hanterar vägtrafik. Att efterfrågan är oelastisk, dvs. inte påverkas av ändrade reskostnader, innebär att ”konsumentöverskottstriangeln” för nygenererade resenärer inte beaktas (de antas helt enkelt inte finnas). Detta innebär att EVA, allt annat lika, ger lägre konsumentöverskottsvinster än Samkalk.

Även vid utsläpps- och olycksberäkningen i EVA antas att inga trafikanter nygenereras eller överflyttas. Detta innebär att utsläppseffekterna av väginvesteringar underskattas i de fall nygenererad eller överflyttad trafik förekommer. I EVA beaktas bara de positiva effekterna av nya vägar på utsläpp och olyckor, det vill säga att vägstandarden och körförloppet ändras. Att nya vägar genererar fler trafikanter som krockar och släpper ut beaktas inte.

De generella formelnerna (dvs. verklighetens formler, inte EVA:s formler) för den totala utsläppsförändringen är principiellt som följer (motsvarande formler för olyckor):

$$fkmUA * utsläpp \text{ per } fkmUA - fkmJA * utsläpp \text{ per } fkmJA$$

Vilket kan skrivas som:

$$= fkmJA * (utsläpp \text{ per } fkmUA - utsläpp \text{ per } fkmJA) + (fkmUA - fkmJA) * utsläpp \text{ per } fkmUA$$

Den andra delen av den andra formeln är beräkningen för de nygenererade och överflyttade trafikanterna. Att tillåta nygenerering och överflyttning ökar alltså de externa effekterna med de nya fordonskilometrarna multiplicerat med externa effekter per fordonskilometer i UA (det är denna effekt som inte ingår i EVA).

Vad summan är av att konsumentöverskott och externa effekter för nygenererade och överflyttade trafikanter inte beaktas, huruvida det på totalen leder till högre eller lägre nyttor, är svårt att avgöra teoretiskt. För att ge ett heltäckande svar på frågan skulle

man behöva göra många fallstudier, en vägledning kan dock ges av följande räkneexempel.<sup>5</sup>

Vi utgår från en väg som är 1 km lång med ett resande på 1000 personer per dag (då nivån på dessa antaganden inte spelar någon roll för beräkningar sätter vi dem till något enkelt). Då det inte är ruttvalseffekter vi vill belysa här antar vi att inga ruttvalseffekter sker (att tillåta ruttvalseffekter förändrar inte beräkningarna i princip men gör dem bökgigare). Vi antar också att överflyttade resenärer inte producerade några externa effekter eller skatter i alternativen de flyttar ifrån och att resuppostring för de resenärer som fortfarande använder dessa alternativ inte påverkas.

Vårt första exempel är en väg på landsbygden som byggs om från tvåfältig landsväg med 70 km/h skyltad hastighet till en motorväg med 110 km/h skyltad hastighet. Vårt andra exempel är en väg i tätort som byggs om från tvåfältsväg med 50 km/h skyltad hastighet till fyrfältsväg med 70 km/h skyltad hastighet.

För att kunna göra vårt räkneexempel behöver vi veta resuppostringselasticiteten, resuppostringen per resa, skatt per resa samt kostnader för externa effekter per resa (utsläpp, olyckor och slitage).<sup>6</sup> Vi antar att elasticiteten -0,3 (ett ganska vanligt värde), vilket innebär att resandet ökar med 3% om kostnaden sjunker med 10%. Resuppostring, skatt som betalas av resenären och genomsnittliga kostnader för externa effekter per resa och km visas i tabellen nedan (uträknat med hjälp av Samkalks/EVA:s effektsamband):

Tabell 2-3 Effekter räknade med Samkalks/Evas effektsamband

Kr per resa	2-fältsväg, 70 km/h	Motorväg, 110 km/h	2-fältsväg, 50 km/h	4-fältsväg, 70 km/h
Olyckor	0,69	0,33	0,59	0,28
Utsläpp	0,26	0,30	0,27	0,27
Slitage	0,29	0,44	0,24	0,36
Resuppostring	3,04	2,74	3,83	3,27
Skatt	0,43	0,49	0,44	0,42

Konsumentöverskottet för de nygenererade och överflyttade trafikanterna räknas ut som: resuppostringsförändring i procent \* elasticitet \* resande \* resuppostringsförändring i kronor per resa/ 2. Externa effekter för de nygenererade och överflyttade trafikanterna räknas ut som: resuppostringsförändring i procent \* elasticitet \* resande \* externa effekter i kronor per resa (skatt räknas ut på motsvarande sätt). I tabellen nedan visas resultatet av beräkningarna.

<sup>5</sup> Exemplet är taget från rapporten "Jämförelse av Samkalk, EVA och Bansek" (WSP, 2008).

<sup>6</sup> En effekt kan vara antingen intern eller extern. Med extern effekt menas att den som åstadkommer effekten betar sig som om han/hon inte beaktar att han/hon åstadkommer den. I marginalkostnadssammanhang är det endast de externa effekterna som är relevanta att prissätta. I samhällsekonomiska kalkyler med Samkalk tas dock ingen hänsyn till att en viss del av olyckorna är interna.

Tabell 2-4 Konsumentöverskott, skatt och Externa effekter för olika hastighetsintervall.

	70 km/h till 110 km/h	50 km/h till 70 km/h
Konsumentöverskott	4,2	12
Skatt	14,2	18,2
Externa effekter	-30,8	-39,5
Summa	-12,4	-9,2

Resultatet är alltså negativt för båda kalkylerna. En intuitiv förklaring är att de externa effekterna tas med i beräkningen i sin helhet medan resuppostringen dels tas med som förändringen mellan UA och JA, dels divideras med två enligt triangelregeln. Att de externa effekterna är större än skatteeffekterna beror dels på att vägtrafikens utsläpp inte fullt ut är internaliserade, dels på att vi räknar allt som externt.

Utifrån dessa typfall drar vi slutsatsen att antagandet i EVA om att ingen trafik nygenereras eller överflyttas torde överskatta nyttan av objekten i de fall där nygenererad eller överflyttad trafik förekommer. Detta torde gälla alla objekt där den generaliserade kostnaden/resuppostringen förändras (även om det kan finnas fall där reskostnaden ändras utan att resandet ändras). Vi tror att vi i stort fångat in effekten med våra räkneexempel, men för att kunna uttala sig med visshet behöver man naturligtvis göra kalkyler för faktiska objekt. Analyser av faktiska objekt behövs även för att få en uppfattning om effektens storlek.

Motsvarande räkneexempel skulle kunna göras för Sampers/Samkalk, dvs räkna på effekten av att vissa effekter som leder till inducerad trafik inte finns med (främst kopplingen mellan tillgänglighetsökningar och markanvändning och bilinnehav inte brukar modelleras). Ett sådant räkneexempel skulle kräva att vi vet hur stor denna (eventuella) underskattning är. Utifrån EVA-exemplet ovan kan vi dock konstatera att i den mån Sampers underskattar den inducerade trafiken så överskattar man i viss mån nyttan av objekten.

Ett argument som ibland kommer upp är att ökad vägkapacitet leder till ökad trafik, vilket (med väldigt stora nivåer på inducerad trafik) leder till lägre hastigheter, vilket minskar nyttan av objektet. Detta resonemang stämmer inte ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Även om den inducerade trafiken är så stor så att hastigheten på vägen blir lägre än den var innan kapacitetsförbättringen innebär ökad efterfrågan ökad nytta av ökad kapacitet. Det ökar också nyttan av nya kapacitetsförbättringar (vilket innebär att väginvesteringar, med dessa antaganden om inducerad trafik, skapar sin egen efterfrågan).

### 3. Fallstudier av kortsiktiga effekter i Sampers

Två fallstudier har genomförts för att undersöka hur Sampers hanterar inducerad trafik. De två objekt som valts är Södra länken och E4 Örkelljunga – Skånes Fagerhult. Objekten har valts i samråd med projektets referensgrupp. Tanken har varit att välja ett storstadsobjekt och ett landsortsobjekt. Valet av de aktuella objekten har styrts av vilka objekt det varit möjligt att få fram data för - i första hand trafikmätningar före och efter objektens genomförande.

Det har inte funnits några lämpliga objekt där man kunnat gå tillbaka till sampers/samkalkanalyser genomförda före objektets utbyggnad. Sampers har inte funnits så länge, helt enkelt. Sampersanalyserna är genomförda efteråt som en del av fallstudierna, även för "före-situationen". Tillvägagångssättet ger en god kontroll över jämförbarheten mellan "före-" och "efterscenarierna".

Då Sampers/Samkalk används för objektanalyser används samma markanvändning för både JA och UA, det vill säga situationen före, och situationen efter objektets genomförande. Markanvändningsförändringar som beror av utbyggnader i trafikinätet ingår normalt inte i en objektkalkyl.

En skillnad mellan fallstudierna och objektanalyser för SEK-kalkyler med Sampers/Samkalk är att här jämförs situationerna vid två tidpunkter med varandra - då man kör Samkalk jämförs två alternativ vid samma tidpunkt. Att jämföra situationen vid två tidpunkter för att jämföra med mätningar innebär fler felkällor – det är helt enkelt svårt att fånga verklighetens förändringar i indata till modellen. Samkalkberäkningar för en objektkalkyl innebär ju en hypotetisk situation där två alternativa framtida trafiksituationer jämförs, och allt annat skall vara lika.

Resandet och reslängden ökar i Sampers då tillgängligheten ökar. Det innebär att Sampers beräknar inducerad trafik – nygenererade resor och ökad reslängd. Frågan är om dessa ökningarna är tillräckliga; om de motsvarar de för objekten uppmätta ökningarna.

Resultattabellerna ur Sampers kan ge en viss ledning – de visar åtminstone om modellen ger ökat resande och ökade reslängder, men det är trafikvolymerna som går att jämföra med verkligheten.

Resorna ökar naturligtvis på helt nya väglänkar – men vad händer på det omgivande vägnätet? Ger utbyggnaden en avlastning, och/eller bildas det nya köer på tillfartsvägar? För säkrare slutsatser skulle krävas en studie med mera omfattande trafikmätningar både före och efter utbyggnaden av inte bara ett, utan flera objekt. Nedanstående fallstudier kan emellertid ge en indikation.

#### 3.1. Södra Länken

De analyser som föregick Södra länkens byggande finns inte sparade, men de gjordes inte heller med Sampers utan med de modeller som föregick Sampers – Fredrik och T/RIM.

Här är körningarna gjorda med Sampers, och de är gjorda för att jämföras med uppmätta värden från en PM av Leif Carlsson, VST, 'Trafikala effekter av öppnandet av Södra länken'.

Södra länken öppnades för trafik i oktober 2004, och mätningarna för situationen före i är från hösten 2004 och de för situationen efter i huvudsak från april 2005.

## Förutsättningar

### Samsbas

Samsbaser finns för 2001 och 2006. Här har Samsbasen för 2006 använts, men trafikmätningarna är från hösten 2004 och våren 2005. Mellan 2004 och 2006 ökade befolkningen i Stockholms län med ca 2 procent. Sysselsättningen i länet ökade med mindre än en procent mellan 2004 och 2005. Sysselsättningsstatistiken släpar efter ett år, så sysselsättningen i Samsbasen för 2006 är från 2005 eller möjligen 2004.

### Trafiknät och riggning

Trafiknät för Stockholms län finns sparade för de flesta årtal sedan 2000. Här har ett 2005-nät som innehåller Södra länken utgjort grund för arbetet.

För situationen före har samma vägnät använts, men med Södra länken borttagen. Vägnätet har återställts till hur det såg ut före Södra länken med vägnätet för 2004 som facit.

Det är alltså bara Södra länken som skiljer, förutom väg 225 Moraberg-Gärtuna, som färdigställdes december 2004. Moraberg – Gärtuna ligger strax utanför Södertälje, det är osannolikt att utbyggnaden skulle ha någon inverkan på Södra länken.

Kollektivtrafiknätet är i huvudsak enligt SL:s hösttidtabell 2004, som gällde även våren 2005.

Körningarna är gjorda med den riggning som användes för Stockholmsobjekten i åtgärdsplaneringen.

### Antal resor - regional delmodell SAMM - Mälardalen

Antal resor från Sampers rapportfiler ger en uppfattning om överflyttningar mellan färdmedel, och om nygenererade resor.

Tabell 3-1 Antal resor vardagsmedeldygn före Södra länken, otransponerat

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	758 079	94 052	332 077	220 621	223 235	1 628 065
Övrigt	584 129	128 442	70 620	88 595	350 540	1 222 326
Fritid	256 368	183 176	59 627	72 908	173 663	745 741
Besök	170 404	79 356	44 493	175 398	78 282	547 933
Skola	45 932	88 052	154 173	57 781	219 876	565 814
Tjänste	116 304	5 377	19 122	14 679	0	155 481
	1 931				1 045	4 865
Summa	216	578 454	680 113	629 980	596	356

Tabell 3-2 Antal resor vardagsmedeldygn efter Södra länken, otransporterat

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	760 147	94 180	330 748	220 353	222 990	1 628 418
Övrigt	584 441	128 572	70 566	88 563	350 423	1 222 565
Fritid	256 665	183 435	59 560	72 866	173 543	746 069
Besök	170 688	79 472	44 434	175 269	78 249	548 111
Skola	45 952	88 087	154 163	57 760	219 851	565 813
Tjänste	116 373	5 379	19 107	14 658	0	155 517
	1 934				1 045	4 866
Summa	265	579 125	678 577	629 470	055	494

Tabell 3-3 Efter Södra länken minus före Södra länken

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	2 068	128	-1 329	-268	-245	353
Övrigt	312	130	-54	-32	-117	239
Fritid	297	259	-67	-42	-120	328
Besök	284	116	-59	-129	-33	178
Skola	20	35	-10	-21	-25	-1
Tjänste	69	2	-15	-21	0	36
Summa	3 049	671	-1 536	-510	-541	1 138

Bilresorna ökar med 3 720, och det är i huvudsak arbetsresorna med bil som ökar på bekostnad av arbetsresor med kollektivtrafik. Sammantaget minskar resor med övriga färdmedel med 2 587. Totalt ökar resandet med 1 138. Ett ökat resande innebär en viss inducerad trafik. Frågan är om ökningen är tillräcklig.

## Reslängd - regional delmodell SAMM - Mälardalen

Tabell 3-4 Reslängdsfördelning, ärendeandelar före Södra länken

	Arbete	Övrigt	Fritid	Besök	Skola	Tjänste	Totalt
0-2,5 km	568224	734897	340751	280353	337186	52878	2314291
2,5-5 km	206666	155847	90603	79264	67045	10901	610327
5-10 km	249866	131379	101587	49163	61966	16303	610264
10-15 km	169706	70030	60880	30282	31601	13289	375788
15-20 km	129612	38644	35670	24441	26549	11730	266647
20-25 km	92861	29314	28586	16908	12524	9394	189586
25-30 km	54611	14622	15372	9008	8490	7206	109309
30-35 km	40996	9750	11710	6566	4630	6101	79753
35-40 km	27220	9973	7433	7186	3986	5102	60899
40-45 km	18803	6928	5071	5824	2871	4250	43747
45-50 km	15180	5250	5128	5881	1734	3750	36922
50- km	54319	15694	42951	33056	7230	14576	167826
<b>Summa</b>	1628065	1222326	745741	547933	565814	155481	4865356

Tabell 3-5 Reslängdsfördelning, ärendeandelar efter Södra länken

	Arbete	Övrigt	Fritid	Besök	Skola	Tjänste	Totalt
0-2,5 km	567798	734699	340510	280090	337174	52826	2313098
2,5-5 km	205585	155313	90244	78839	66893	10845	607720
5-10 km	247958	130851	101054	49083	61887	16169	607002
10-15 km	170568	70372	60863	30351	31638	13336	377128
15-20 km	130518	38921	35917	24638	26369	11812	268176
20-25 km	93527	29632	28780	17001	12832	9468	191239
25-30 km	54779	14710	15443	9116	8533	7215	109797
30-35 km	41260	9866	11831	6632	4655	6113	80358
35-40 km	27565	10074	7538	7222	3987	5126	61512
40-45 km	18990	7003	5155	5849	2870	4263	44130
45-50 km	15136	5223	5170	5979	1729	3741	36979
50- km	54732	15899	43563	33310	7246	14606	169357
<b>Summa</b>	1628418	1222565	746069	548111	565813	155517	4866494

Tabell 3-6 Skillnad reslängdsfördelning, ärendeandelar före- efter Södra länken

	Arbete	Övrigt	Fritid	Besök	Skola	Tjänste	Totalt
0-2,5 km	-426	-198	-241	-263	-12	-52	-1193
2,5-5 km	-1081	-534	-359	-425	-152	-56	-2607
5-10 km	-1908	-528	-533	-80	-79	-134	-3262
10-15 km	862	342	-17	69	37	47	1340
15-20 km	906	277	247	197	-180	82	1529
20-25 km	666	318	194	93	308	74	1653
25-30 km	168	88	71	108	43	9	488
30-35 km	264	116	121	66	25	12	605
35-40 km	345	101	105	36	1	24	613
40-45 km	187	75	84	25	-1	13	383
45-50 km	-44	-27	42	98	-5	-9	57
50- km	413	205	612	254	16	30	1531
Summa	353	239	328	178	-1	36	1138

De kortaste resorna minskar – de som är upp till 10 km, och de längre ökar. De största ökningarna blir för resor mellan 10 och 25 km, men även för resor över 50 km.

### Trafikarbete - regional delmodell SAMM - Mälardalen

Tabell 3-7 Trafikarbete personkm vardagsmedeldygn, före Södra länken, personkm

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektiv t	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	11 084 270	1 104 610	5 337 538	514 469	144 326	18 185 210
Övrigt	4 243 978	1 278 093	738 432	152 698	144 137	6 557 338
Fritid	3 449 173	2 809 259	903 248	160 478	159 958	7 482 116
Besök	2 739 964	1 376 175	856 623	272 217	18 074	5 263 052
Skola	650 802	334 927	1 962 192	86 836	195 314	3 230 071
Tjänste	2 111 921	127 340	434 933	28 019	0	2 702 213
Summa	24 280 100	7 030 405	10 232 970	1 214 716	661 808	43 419 980



Tabell 3-8 Trafikarbete personkm vardagsmedeldygn, efter Södra länken, personkm

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektiv t	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	11 165 450	1 112 396	5 329 111	513 026	143 704	18 263 690
Övrigt	4 266 988	1 286 403	741 532	152 523	143 454	6 590 902
Fritid	3 475 596	2 835 296	905 429	160 188	159 134	7 535 643
Besök	2 760 717	1 386 862	856 152	271 882	18 044	5 293 657
Skola	651 992	336 332	1 965 702	86 667	195 175	3 235 868
Tjänste	2 117 658	127 605	434 943	27 889	0	2 708 094
Summa	24 438 400	7 084 894	10 232 870	1 212 175	659 512	43 627 860

Tabell 3-9 Skillnad i trafikarbete, personkm, före minus efter Södra länken

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	81 180	7 786	-8 427	-1 443	-622	78 480
Övrigt	23 010	8 310	3 100	-175	-683	33 564
Fritid	26 423	26 037	2 181	-290	-824	53 527
Besök	20 753	10 687	-471	-335	-30	30 605
Skola	1 190	1 405	3 510	-169	-139	5 797
Tjänste	5 737	265	10	-130	0	5 881
Summa	158 300	54 489	-100	-2 541	-2 296	207 880

Trafikarbetet ökar för alla restyper. Främst ökar det för arbetsresor med bil, men även för fritidsresor. Fritidsresorna ökar, och fritidsresor är även den restyp där resorna över 50 km ökar mest.

## Effekter för Stockholms län

Tabell 3-10 Antal resor med start- och målpunkt i Stockholms län, vardagsmedeldygn

	Före	Efter	Efter-Före
Bil	1 607 100	1 614 408	7 308
Koll	1 074 884	1 071 986	-2 898
Övrigt	1 047 182	1 045 031	-2 151

Summa	3 729 166	3 731 425	2 259
-------	-----------	-----------	-------

Till skillnad från de otransponerade resorna i Sampers rapportfiler är resorna här det totala resandet - båda riktningarna. Resorna totalt i Stockholms län ökar, och i stort sett hela ökningen i modellen sker i Stockholms län.

*Tabell 3-11 Medelrestider och medelresavstånd för resor med start- och målpunkt i Stockholms län årsmedeldygn*

Färdmedel	Medelrestid före (min)	Medelrestid efter (min)	Medelresavstånd före (km)	Medelresavstånd efter (km)
Bil	22,53	22,42	13,16	13,35
Koll	42,98	42,96	12,82	12,81
Övrigt	-----	-----	1,82	1,81

Södra länken innebär enligt Sampers en minskning av medelrestiden med bil, men medelresavståndet ökar.

*Tabell 3-12 Tusental fordonskilometrar bil, Stockholms län, Vardagsmedeldygn*

Regiondel	Före	Efter	Efter-Före
Stockholms innerstad	2 589	2516	-73
Övriga Stockholms län	25 320	25693	373
Summa	27 909	28209	300

Även trafikarbetet ökar, enligt Sampers.

### **Trafikmätningar före och efter Södra länken**

Trafikmätningar från hösten 2004 och april 2005, hämtade från en PM av Leif Carlsson, VST 'Trafikala effekter av öppnandet av Södra länken'.



Figur 3-1 Trafikflöden vardagsmedeldygn före Södra länkens öppnande



Figur 3-2 Trafikflöden vardagsmedeldygn efter Södra länkens öppnande

### Trafikvolymerna i Sampers före och efter Södra länken



Figur 3-3 Trafikflöden i Sampers före Södra Länkens öppnande, vardagsmedeldygn, tusental



Figur 3-4 Trafikflöden i Sampers efter Södra Länkens öppnande, vardagsmedeldygn, tusental

## Jämförelse med uppmätt trafik

Tabell 3-13 Jämförelse uppmätt trafik före och efter Södra länkens öppnande, vägnätet runt Södra länken

Mätpunkt	Före uppmätt 2004	UA uppmätt 2005	Efter-Före	Efter/Före
Värmdöleden väster om Södra Länkens påfart	55 000	58 000	3 000	1,05
Ältavägen norr om Älta	8 000	6 500	-1 500	0,81
Danvikstullsbron	50 500	41 000	-9 500	0,81
Stadsgården väster om Folkungagatan	37 000	32 000	-5 000	0,86
Hammarbyvägen/Södra länken vid Sickla kanal	26 000	46 000	20 000	1,77
Hammarbyvägen vid Heliosgatan	25 500	8 000	-17 500	0,31
Johanneshovsbron	65 500	63 000	-2 500	0,96
Skanstullsbron	24 500	26 500	2 000	1,08
Skansbron	14 500	17 500	3 000	1,21
Klarastrandsleden	42 500	40 500	-2 000	0,95
Centralbron	113 500	108 000	-5 500	0,95
Liljeholmsbron	37 000	34 000	-3 000	0,92
Johanneshovsvägen öster om Årstavägen	45 500	8 000	-37 500	0,18
Essingeleden söder om Gröndalspåfarten	127 000	141 000	14 000	1,11
Essingeleden norr om Lindhagensgatan	101 000	106 000	5 000	1,05
E4/E20 väster om Västertorp tpl	115 500	115 500	0	1,00
Summa	888 500	851 500	-37 000	0,96

Att Södra länken öppnades innebar naturligtvis en omfördelning i trafiknätet, Enligt Leif Carlssons rapport 'Trafikala effekter av öppnandet av Södra länken' är ökningen på Essingeleden större än avlastningen på övriga förbindelser. En del av ökningen kan enligt rapporten förklaras med att det inte finns mätningar på alla länkar över Saltsjö-

Mälarsnittet, och av sekundära omfördelningar – och en del – kan man nog tillägga - av inducerad trafik.

Trafikflödet till/från Nacka och Värmdö via Värmdövägen ökar då Södra länken kommer till. Till/från Värmdövägen finns i stort sett Danviksbron, Hammarbyvägen/Södra länken och Ältavägen att välja på om man ska vidare bortom Sicklaön. Då Södra länken kommer till minskar trafiken både på Danviksbron och på Ältavägen. Antalet bilar på Södra länken vid Sickla kanal blir c:a 20 000 fler än på Hammarbyvägen, som ersattes av Södra länken vid Sickla kanal.

Trafiken ökar totalt sett på broarna vid Skanstull, men det sker också en omfördelning till Skanstullsbron och Skansbron. Johanneshovsbron – Centralbron – Klarastrandsleden får mindre trafik, och även Liljeholmsbron avlastas. Mest avlastas naturligtvis Johanneshovsvägen, som ersätts av Södra länken som huvudsaklig väg mot E4/E20 från Gullmarsplan. Trafiken där minskar med 37 500 bilar. På Essingeleden ökar trafiken med c:a 14 000 bilar söder om Gröndalspåfarten, och norr om avfarten vid Lindhagensgatan är ökningen fortfarande c:a 5000. Söderut på E4/E20 finns av mätningarna att döma inga effekter kvar bortom Västertorps trafikplats.

Om man ser till summan av mätningarna, så minskar trafiken på väglänkarna i Södra länkens omgivning, men man bör tänka på att mätningarna inte är heltäckande, det finns t ex inga mätningar från Huddingevägen, Nynäsvägen eller Åbyvägen.

Resultaten från Sampers ger också en trafikökning på Värmdöleden och på Hammarbyvägen/Södra länken vid Sickla kanal, men den är större än den uppmätta. Fördelningen blir också en annan – avlastningen på Danvikstullsbron, Stadsgården och Ältavägen blir större, och ökningen på Hammarbyvägen/Södra länken blir mer än dubbelt så stor.

Sampers fördelar trafiken annorlunda vid Skanstull, med minskningar både på Johanneshovsbron och Skanstullsbron. Men trafiken ökar på Skansbron även här, och minskar på Centralbron och Klarastrandsleden och Liljeholmsbron.

Minskningen på Johanneshovsvägen blir ungefär som den uppmätta, medan ökningarna på Essingeleden blir mindre. På E4/E20 vid Västertorp finns också en ökning.

Summeringen ger här en effekt liknande den uppmätta. Minskningen blir inte fullt lika stor i absoluta tal, men i andelar blir skillnaden obetydlig.

Tabell 3-14 Jämförelse trafik enligt Sampers före och efter Södra länkens öppnande, vägnätet runt Södra länken

Mätpunkt	Före Sampers 2004	Efter Sampers 2005	Efter-Före	Efter/Före
Värmdöleden väster om Södra Länkens påfart	62 900	77 600	14 700	1,23
Ältavägen norr om Älta	10 900	7 500	-3 400	0,69
Danvikstullsbron	48 300	28 300	-20 000	0,59
Stadsgården väster om Folkungagatan	38 000	23 000	-15 000	0,61
Hammarbyvägen/Södra länken vid Sickla kanal <sup>7</sup>	31 800	75 400	43 600	2,37
Hammarbyvägen vid Heliosgatan	35 100	17 500	-17 600	0,50
Johanneshovsbron	69 800	59 200	-10 600	0,85
Skanstullsbron	30 000	29 700	-300	0,99
Skansbron	12 700	21 900	9 200	1,72
Klarastrandsleden	43 000	41 200	-1 800	0,96
Centralbron	106 400	105 100	-1 300	0,99
Liljeholmsbron	37 500	35 100	-2 400	0,94
Johanneshovsvägen öster om Årstavägen	37 900	7 000	-30 900	0,18
Essingeleden söder om Gröndalspåfarten	111 800	119 100	7 300	1,07
Essingeleden norr om Lindhagensgatan	82 900	87 500	4 600	1,06
E4/E20 väster om Västertorp tpl	109 100	111 100	2 000	1,02
Summa	868 100	846 200	-21 900	0,97

<sup>7</sup> Hammarbyvägen ersätts av Södra länken vid Sickla kanal.

Tabell 3-15 Skillnader uppmätt trafik respektive Sampersberäknad trafik före och efter Södra länkens öppnande, vägnätet runt Södra länken

Mätpunkt	Uppmätt		Sampers	
	Efter-Före	Efter/Före	Efter-Före	Efter/Före
Värmdöleden väster om Södra Länkens påfart	3 000	1,05	14 700	1,23
Ältavägen norr om Älta	-1 500	0,81	-3 400	0,69
Danvikstullsbron	-9 500	0,81	-20 000	0,59
Stadsgården väster om Folkungagatan	-5 000	0,86	-15 000	0,61
Hammarbyvägen/Södra länken vid Sickla kanal	20 000	1,77	43 600	2,37
Hammarbyvägen vid Heliosgatan	-17 500	0,31	-17 600	0,50
Johanneshovsbron	-2 500	0,96	-10 600	0,85
Skanstullsbron	2 000	1,08	-300	0,99
Skansbron	3 000	1,21	9 200	1,72
Klarastrandsleden	-2 000	0,95	-1 800	0,96
Centralbron	-5 500	0,95	-1 300	0,99
Liljeholmsbron	-3 000	0,92	-2 400	0,94
Johanneshovsvägen öster om Årstavägen	-37 500	0,18	-30 900	0,18
Essingeleden söder om Gröndalspåfarten	14 000	1,11	7 300	1,07
Essingeleden norr om Lindhagensgatan	5 000	1,05	4 600	1,06
E4/E20 väster om Västertorp tpl	0	1,00	2 000	1,02

Skillnaderna mellan scenario ”Södra länken” och scenario ”Före Södra länken” går i samma riktning för alla mätpunkter utom för Skanstullsbron, både för uppmätta värden och för Sampersberäknade. En ökning enligt mätningarna motsvaras av en ökning i Sampers. Om vi ser till den östra delen av Södra länken, så är effekterna i Sampers mycket större, både för omgivande vägnät och för Södra länken där den ersätter Hammarbyvägen. Detta gäller även för de tre broarna vid Skanstull, med ett undantag.

Minskningarna på Klarastrandsleden, Centralbron, Liljeholmsbron och Johanneshovsvägen blir ganska lika, utom för Centralbron, som inte får lika stor minskning i Sampers.

De uppmätta ökningarna på Essingeleden blir inte lika kraftiga i Sampers, där utbytet med E4/E20 söderut förefaller större, eftersom Sampersresultaten visar på en skillnad vid Västertorps trafikplats, där mätningarna inte skilde sig mellan Före och Efter.

Tabell 3-16 Skillnader uppmätt trafik respektive Sampersberäknad på Södra länken

Södra länken, mätpunkt	Uppmätt	Sampers	Samp-Uppm	Samp/Uppm
Vid Sickla kanal	46 000	75 400	29 400	1,64
Mellan Gullmarsplan och Huddingevägen	83 500	91 100	7 600	1,09
Mellan Åbyvägen och E4	90 000	87 600	-2 400	0,97

Sampers ger mera trafik på Södra länken än vad som är uppmätt, utom för mätpunkten mellan Åbyvägen och E4. Där kan det vara så att trafiken från Huddinge fördelar sig annorlunda mellan att åka västerut via Västberga, och att åka västerut via Åby trafikplats och Södra länken.

### Jämförelse med trafikmätningar från 2006

För detta projekt har Leif Carlsson vid VST bearbetat trafikmätningar från Stockholms stads oktoberräkningar 2006 till vardagsmedeldygn med samma metodik som som användes för mätningarna från 2004 och 2005. Tyvärr fanns inte tillförlitliga värden för 2006 för alla mätpunkter. Det fanns inte heller mätningar från samma punkt väster om Huddingevägen, vi har mätningar från 2005 från sträckan väster om Åby trafikplats, och för 2006 för sträcka öster om Åby trafikplats.



Figur 3-5 Trafikflöden, tusental, vardagsmedeldygn 2006, uppmätt



Figur 3-6 Trafikflöden, tusental, vardagsmedeldygn 2006, Sampers

Tabell 3-17 Jämförelse Uppmätt 2005, Uppmätt 2006, Sampers 05 och Sampers 06

Södra länken, mätpunkt	Uppmätt 05	Uppmätt 06	Sampers 05	Sampers 06
Vid Sickla kanal	46 000	56 000	75 400	75 800
Mellan Gullmarsplan och Huddingevägen	83 500	90 000	91 100	92 000
Mellan Åbyvägen och E4	90 000		87 600	
Mellan Huddingevägen och Åbyvägen		90000		71 600

Trafikvolymerna från Sampers ligger fortfarande över uppmätta värden på Södra länken, utom för sträckan mellan Huddingevägen och Åbyvägen. Där "fattas" förmodligen trafik till/från Huddingevägen och västerut, som kommer ut på Södra länken vid trafikplats Åby i stället för vid trafikplats Huddingevägen. Enligt Leif Carlsson VST som bearbetat mätdata är det vanligtvis mera trafik österut från väg 226, så att det uppmätta värdet väster om trafikplats Huddingevägen borde vara lägre än det öster om trafikplatsen.

Tabell 3-18 Jämförelse Uppmätt 2004, 2005 och 2006

Mätpunkt	2004	2005	2006
Danvikstullsbron	50 500	41 000	37 000
Essingeleden norr om Lindhagensgatan	101 000	106 000	109 000
Liljeholmsbron	37 000	34 000	28 000

Några mätpunkter har värden för alla tre tidpunkterna – En av dem är Danvikstullsbron, som hade ännu mindre trafik 2006, medan trafiken på Essingeleden ökar stadigt. Även på Liljeholmsbron minskar trafiken.

*Tabell 3-19 Jämförelse Sampers 2004, 2005 och 2006*

Mät punkt	2004	2005	2006
Danvikstullsbron	48 300	28 300	28 900
Essingeleden norr om Lindhagensgatan	82 900	87 500	88 000
Liljeholmsbron	37 500	35 100	35 600

I Sampers blir minskningen på Danvikstullsbron kraftigare då Södra länken öppnar, men sedan ökar trafiken något till 2006. På Essingeleden norr om Lindhagensgatan ökar trafiken efter 2005, men bara med 500 fordon. På Liljeholmsbron sker också en liten ökning mellan 2005 och 2006. Jämfört med uppmätt trafik, så hamnar siffrorna från Sampers högre.

*Tabell 3-20 Uppmätt, broarna vid Skanstull 2004, 2005 och 2006*

Mät punkt	2004	2005	2006
Johanneshovsbron	65 500	63 000	63 000
Skanstullsbron	24 500	26 500	20 000
Skansbron	14 500	17 500	16 500
Summa	104 500	107 000	99 500

Den totala trafiken över broarna ökar då Södra länken öppnar, men den minskar till 2006, troligen på grund av broreparationer.

*Tabell 3-21 Sampers, broarna vid Skanstull 2004, 2005 och 2006*

Mät punkt	2004	2005	2006
Johanneshovsbron	69 800	59 200	59 300
Skanstullsbron	30 000	29 700	29 800
Skansbron	12 700	21 900	22 300
Summa	112 500	110 800	111 400

I Sampers minskar trafiken över broarna efter Södra länkens öppnande, men ökar något till 2006. Även här är trafiksiffrorna från Sampers högre.

### **Slutsatser Södra länken**

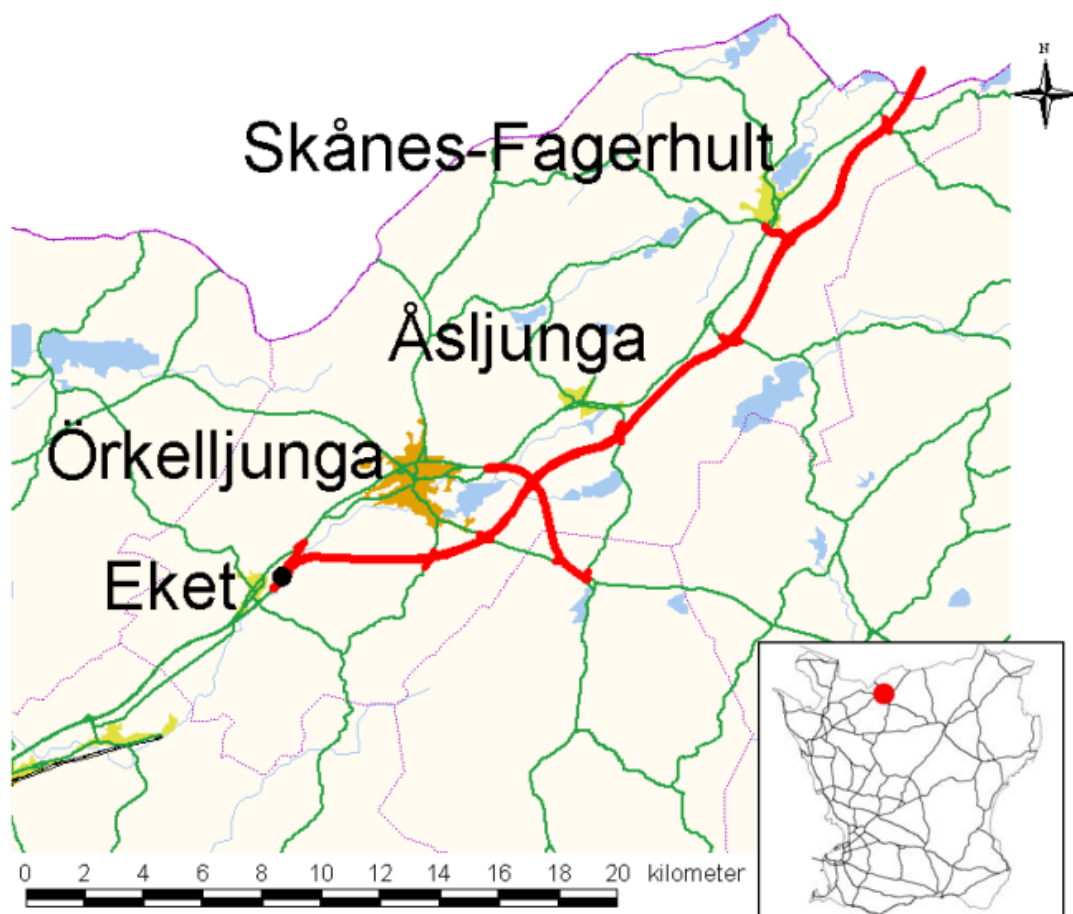
Av allt att döma kan Sampers någotsånär kunna hantera den inducerade trafiken på kort sikt.

Sampers ger ju ett ökat resande och ett ökat medelresavstånd då Södra länken kommer till i scenariet.

Då man jämför med den uppmätta trafiken före och efter Södra länkens öppnande ger Sampers liknande resultat, och i vissa fall t o m kraftigare effekter. Om man ser till skillanderna uppmätt – modellberäknat på själva Södra länken, så ger Sampers genomgående mera trafik än uppmätt, med undantag av sträckan mellan Huddingevägen och Åbyvägen, där det är möjligt att ruttvalet påverkar.

Även då man jämför med mätningar från 2006 ligger resultaten från Sampers högre. Sampers ger fler resor på Södra länken än de äldre modellerna Fredrik och T/RIM. Tänkbara orsaker är skillnader i markanvändning – framför allt i Nacka och Värmdö, att yrkestrafiken hanteras på ett bättre sätt och att Sampers ger fler resor då tillgängligheten ökar. I T/RIM fanns inga tilläggsmatriser för yrkestrafik – tjänsteresorna multiplicerades med tre, och antalet resor ökade inte med tillgängligheten.

### 3.2. Örkeljunga



Figur 3-7 E4 Örkeljunga-Skånes Fagerhult

## Förutsättningar

Sampersanalyserna är gjorda för att jämföras med uppmätta värden från de mätningar som gjordes före och efter förbifartens utbyggnad.

Förbifarten förbi Örkelljunga öppnades för trafik 8 oktober 2004, och mätningarna för situationen före är från maj 2004 och de för situationen efter från augusti 2005.

En känslighetsanalys har gjorts, med 2007 som prognosår för efter-scenariet, eftersom det ligger mer än ett år mellan före- och eftermätningarna.

De analyser som föregick utbyggnaden gjordes med EVA.

## Trafiknät och riggning

Samsbasen för 2006 har använts, och före- och efterscenarierna har gjorts med samma prognosår, 2006 i huvudanalysen.

Trafiknätet för Skånemodellen för år 2006 har använts i både ”före” och ”efter”. Det har modifierats i båda fallen, för att försöka koda den situation som rådde vid mättillfällena.

Det har inte varit möjligt att få fram data för hastighetsskyltning vid exakt den tidpunkt då mätningarna gjordes. Som underlag för kontroll av hastighetskodningen har hastighetskartor från Trafikverket för väg 24 och E4 använts, daterade 040101 och 050101. Örkelljunga kommun och Peab (väghållare) har varit behjälpliga med kompletteringar.

Utanför utbyggnadens närområde finns inga ändringar i vägnätet.

Kollektivtrafiknätet är liksom biltrafiknätet hämtat från åtgärdsplaneringens 2006-nät.

Körningarna är gjorda med den riggning som användes i åtgärdsplaneringen. Det innebär att den långväga trafiken med personbil, och lastbilstrafiken representeras av fasta matriser, vilket innebär att trafikmängderna inte påverkas av utbyggnaden, utan endast ruttvalet. Lastbilstrafiken utgjorde c:a 25 procent av den totala trafiken på E4 under 2004-2005.

## Antal resor - regional delmodell Skåne

Antal resor ger en uppfattning om överflyttningar mellan färdmedel, och om nygenererade resor

Tabell 3-22 Antal resor vardagsmedeldygn före förbifart Örkelljunga, otransponerat

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	690 121	116 810	165 898	388 109	230 784	1 591 722
Övrigt	457 483	168 167	23 397	156 681	307 190	1 112 918
Fritid	197 877	176 309	30 307	148 507	157 563	710 563
Besök	116 813	82 348	28 148	175 394	109 914	512 617
Skola	33 390	82 801	182 855	35 374	148 299	482 719

Tjänste	153 033	6 891	21 181	12 760	0	193 864
Summa	1 648					4 604
	716	633 325	451 786	916 826	953 751	403

Tabell 3-23 Antal resor vardagsmedeldygn med Förbifart Örkelljunga, otransponerat

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete						1 591
	690 154	116 809	165 895	388 100	230 776	733
Övrigt						1 112
	457 493	168 172	23 397	156 680	307 188	931
Fritid	197 889	176 317	30 307	148 505	157 559	710 577
Besök	116 820	82 354	28 148	175 390	109 911	512 623
Skola	33 392	82 800	182 854	35 374	148 299	482 719
Tjänste	153 035	6 891	21 180	12 760	0	193 866
Summa	1 648					4 604
	785	633 343	451 780	916 808	953 732	444

Tabell 3-24 Efter Förbifart Örkelljunga minus före Förbifart Örkelljunga

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	33	-1	-3	-9	-8	11
Övrigt	10	5	0	-1	-2	13
Fritid	12	8	0	-2	-4	14
Besök	7	6	0	-4	-3	6
Skola	2	-1	-1	0	0	0
Tjänste	2	0	-1	0	0	2
Summa	69	18	-6	-18	-19	41

Resorna ökar endast marginellt, utbyggnaden har inte så stor effekt på resorna i Skåne. Förmodligen är inverkan större på långväga trafik, och på den tunga trafiken.

## Trafikarbete - regional delmodell Skåne

Tabell 3-25 Trafikarbete vardagsmedeldygn, före förbifart Örkelljunga, personkm

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	12 160	1 663 135	3 010 595	1 467	166 623	18 467
	130			417		900

Övrigt	4 892 722	2 135 569	277 336	427 898	96 171	7 829 695
Fritid	3 399 799	2 839 678	647 273	409 023	111 443	7 407 216
Besök	1 940 897	1 385 609	668 216	509 753	59 973	4 564 447
Skola	804 416	447 847	3 173 431	81 006	135 327	4 642 027
Tjänste	2 477 350	170 095	498 118	26 365	0	3 171 928
Summa	25 675 310	8 641 933	8 274 970	2 921 463	569 535	46 083 220

Tabell 3-26 Trafikarbete vardagsmedeldygn, efter förbifart Örkelljunga, personkm

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	12 166 370			1 467 395		18 474 770
Övrigt	4 894 344	2 136 436	277 333	427 892	96 171	7 832 176
Fritid	3 402 185	2 841 401	647 266	409 017	111 443	7 411 313
Besök	1 942 312	1 386 726	668 205	509 743	59 972	4 566 959
Skola						4 642
	804 707	447 967	3 173 401	81 004	135 327	405
Tjänste	2 478 528	170 180	498 102	26 364	0	3 173 175
Summa	25 688 450	8 646 591	8 274 808	2 921 415	569 534	46 100 790

Tabell 3-27 Skillnad i trafikarbete före minus efter förbifart Örkelljunga

	Bil, förare	Bil, passagerare	Kollektivt	Cykel	Gång	Totalt
Arbete	216 980	15 035	24 839	-7 543	-693	248 620
Övrigt	78 818	28 016	2 623	-667	-93	108 696
Fritid	55 927	36 350	7 315	-655	-136	98 800
Besök	28 477	15 012	6 920	-742	-72	49 598
Skola	14 706	7	4 483	-312	-247	18 637

Tjänste	19 467	788	2 139	-95	0	22 299
Summa	414 380	95 205	48 321	-10 013	-1 242	546 640

Trafikarbetet ökar, även om resorna inte ökar så mycket.

## Reslängdsfördelning - regional delmodell Skåne

Tabell 3-28 Reslängdsfördelning, ärendeandelar före förbifart Örkelljunga

	Arbete	Övrigt	Fritid	Besök	Skola	Tjänste	Totalt
0-2.5 km	543 800	600 591	317 781	263 624	220 382	69 173	2 015
2.5-5 km	181 217	116 192	83 601	49 434	39 529	12 969	482
5-10 km	270 121	134 992	105 775	59 572	57 090	20 474	648
10-15 km	156 319	79 938	48 887	37 163	27 232	17 466	367
15-20 km	119 725	56 344	30 785	24 851	47 847	14 560	294
20-25 km	106 902	47 461	28 420	21 723	34 943	11 281	250
25-30 km	47 518	22 132	18 815	11 996	24 061	8 576	133
30-35 km	34 564	12 812	13 887	8 642	13 568	6 994	90 466
35-40 km	31 516	10 484	10 402	7 574	5 129	6 684	71 789
40-45 km	21 638	6 308	7 736	5 441	2 610	5 228	48 962
45-50 km	15 706	4 569	6 001	3 964	2 454	4 114	36 808
50- km	62 696	21 096	38 472	18 634	7 874	16 345	165
	1 591	1 112					4 604
Summa	722	918	710 563	512 617	482 719	193 864	403

Tabell 3-29 Reslängdsfördelning, ärendeandelar efter förbifart Örkelljunga

	Arbete	Övrigt	Fritid	Besök	Skola	Tjänste	Totalt
0-2.5 km	543 754	600 575	317 760	263 607	220 378	69 166	754
2.5-5 km	181 210	116 190	83 598	49 432	39 528	12 968	210
5-10 km	270 115	134 991	105 772	59 570	57 090	20 473	115
10-15 km	156 313	79 936	48 885	37 160	27 231	17 465	156
15-20 km	119 715	56 342	30 781	24 848	47 846	14 558	715
20-25 km	106 922	47 465	28 422	21 725	34 944	11 282	922
25-30 km	47 487	22 127	18 809	11 992	24 060	8 572	47 487
30-35 km	34 573	12 813	13 886	8 640	13 568	6 995	34 573
35-40 km	31 521	10 486	10 402	7 576	5 130	6 684	31 521
40-45 km	21 617	6 304	7 730	5 436	2 610	5 224	21 617
45-50 km	15 724	4 572	6 003	3 967	2 454	4 118	15 724

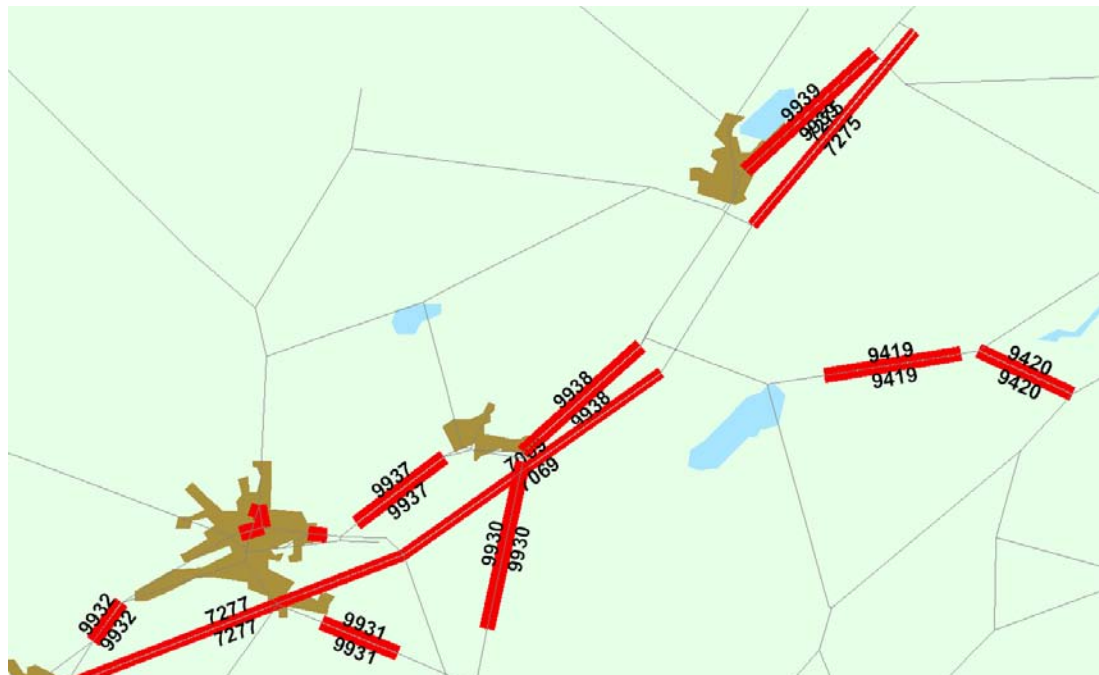
50- km	62 782	21 129	38 530	18 671	7 879	16 361	62 782
	1 591	1 112	710				1 591
Summa	733	931	577	512 623	482 719	193 866	733

Tabell 3-30 Skillnad reslängdsfördelning, ärendeandelar före- efter förbifart ÖrkeUjunga

	Arbete	Övrigt	Fritid	Besök	Skola	Tjänste	Totalt
0-2.5 km	-45	-16	-20	-17	-4	-8	-45
2.5-5 km	-7	-3	-4	-2	0	0	-7
5-10 km	-9	-3	-5	-3	-2	-1	-9
10-15 km	4	11	3	4	19	0	4
15-20 km	-23	-12	-9	-9	-17	-3	-23
20-25 km	33	6	4	3	0	2	33
25-30 km	-37	-7	-7	-5	-2	-4	-37
30-35 km	8	0	-1	-1	-1	0	8
35-40 km	7	3	-1	1	2	0	7
40-45 km	-21	-4	-6	-5	0	-5	-21
45-50 km	18	3	1	2	0	3	18
50- km	86	34	59	37	5	17	86
Summa	12	11	14	6	0	1	12

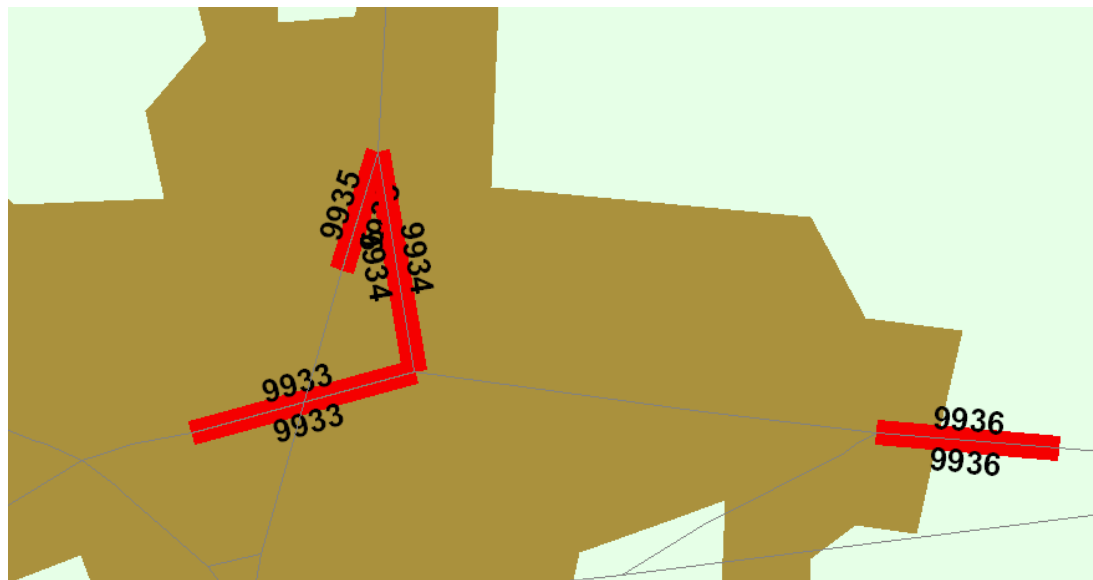
De korta resorna minskar, och framför allt de över 50 km ökar.

### Jämförelse med uppmätt trafik



Figur 3-8 Mätpunkter i ÖrkeUjunga med omnejd, efter utbyggnaden.

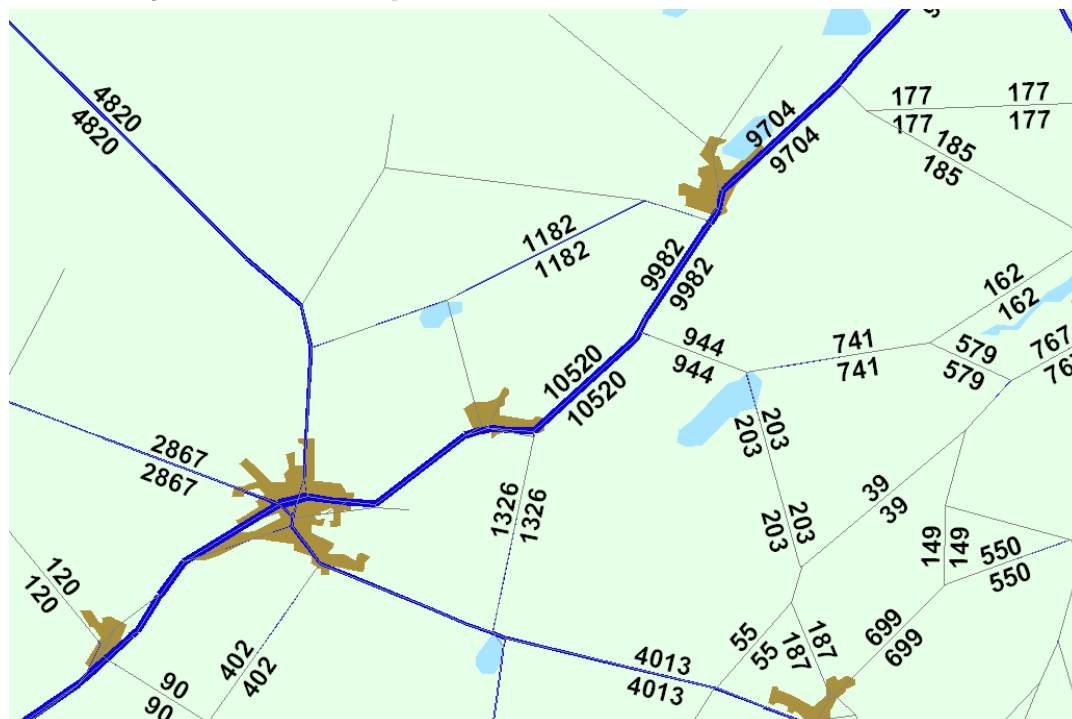
Mätpunkter på nya E4 söder om Örskelljunga, och på sträckor inne i Örskelljunga på gamla sträckningen. Det finns även mätpunkter på två ställen (mitten av bilden och uppe till höger) där gamla och nya sträckningarna går parallellt, och båda har mätpunkter. Det finns även mätpunkter på en del tillfartsvägar..



Figur 3-9 Mätpunkter inne i Örskelljunga

Inne i Örskelljunga finns mätningar på gamla E4-sträckningen, och på väg 24, som byggdes om i samband med att E4 fick ny sträckning.

### Trafikvolymerna från Sampers



Figur 3-10 Före förbifart Örskelljunga, vardagsmedeldygn – total volym för länken angiven i båda riktningarna



”väg 24 fd väg 24.01, men de flesta av länkarna med mätningar har också fått en annan funktion. F d E4 har fått en lokal funktion och väg 24 har byggts om genom Örkelljunga. De mätpunkter där vägen inte fått en förändrad funktion är de i början av tabellen – i huvudsak på mindre vägar – och där minskar trafiken på samtliga.

Tabell 3-32 Jämförelse Sampersberäknad trafik före och efter förbifartens öppnande.

Mätpunkt	Före (Sampers)	Efter (Sampers)	Efter- Före	Efter/Före
Väg 1888, Backalid	740	667	-60	0,92
Väg 1888, Rommentorp	578	503	-75	0,87
Väg 108, Lärkesholmsjön	1 326	492	-834	0,37
Väg 24, Kommungräns	4 962	1 870	-3 092	0,38
Väg 24, fd väg 24.01	1 792	4 396	2 604	2,45
Gamla väg 24 vid Irjas	2 724	498	-2 226	0,18
Gamla väg E4 nuv 24 N trafikplatsen	10 513	7 516	-2 997	0,71
Väg E4, Ljungaskog	11 518	5 042	-6 476	0,44
Väg E4, Platskontoret	12 907	6 304	-6 603	0,49
Väg E4, Rastplatsen	10 513	3 188	-7 325	0,30
Väg E4, Åsljunga N	10 520	2 342	-8 178	0,22
Väg E4, Sandhult	9 703	1 936	-7 767	0,20

Samma effekter visas i Sampers, även om både totalsiffror och skillnader avviker mer eller mindre.

### Jämförelse trafik i stråket söder om Örkelljunga till norr om Skånes Fagerhult

Före förbifartens utbyggnad gick all trafik på E4 – lokal trafik och mer eller mindre långväga trafik. Utbyggnaden innebar att den långväga trafiken till största delen flyttades ut på nya E4. Den långväga trafik som går på gamla E4 efter utbyggnaden är troligen i huvudsak sådan som har start eller mål i orterna utmed sträckan. I detta fall är kanske det mest intressanta att jämföra den totala trafiken i stråket.

Nedan jämförs den totala trafiken i stråket, sträcka för sträcka. Den nya E4 kan delas in i tre avsnitt där trafikplatserna vid väg 24 utanför Örkelljunga och vid Skånes Fagerhult delar upp sträckan.

Tabell 3-33 Här används trafikmätningen vid Ljungaskog som jämförelse. Sampers ger en ökning, även om den blir något mindre

	Mätpkt	Uppmätt		Sampers	
		Före	Efter	Före	Efter
Ny E4 vid Travbanan	7277	0	8542	0	7068
Väg E4, Ljungaskog	9932	11692	3862	11518	4989
Summa		11692	12404	11518	12057
Efter-Före			712		539

Tabell 3-34 Mätningarna norr om Åsljunga och vid Sjöhultet motsvarar varann. Den uppmätta trafiken minskade, medan den i Sampers ökade

	Mätpkt	Uppmätt		Sampers	
		Före	Efter	Före	Efter
Ny E4 Sjöhultet	7069	0	8955	0	8609
Väg E4, Åsljunga N	9938	10697	1481	10520	2323
Summa		10697	10436	10520	10932
Efter-Före			-261		412

Tabell 3-35 Vid Sandhult finns mätplatser på både gamla och nya E4. Sampers visar en större trafikökning än mätningarna

	Mätpkt	Uppmätt		Sampers	
		Före	Efter	Före	Efter
Ny E4 vid Sandhult	7275	0	8782	0	8207
Väg E4, Sandhult	9939	9371	726	9703	1916
Summa		9371	9508	9703	10123
Efter-Före			137		420

### Känslighetsanalys med ekonomisk tillväxt

En känslighetsanalys har gjorts med prognosår 2006 för "föresceneriet" och 2007 för "eftersceneriet". Den ekonomiska utvecklingen (disponibel inkomst) mellan före- och efterscenerier har satts till 5 procent, vilket är ökningen i disponibel inkomst mellan 2004 och 2005. Avsikten är ju att jämföra trafikökningen i Sampers med verklighetens trafikökning, som dels beror av inducerad trafik, och dels beror av en allmän trafikökning som till stor del förklaras av en ekonomisk utveckling.

Tabell 3-36 Mätningar vid Travbanan/Ljungaskog

	Mätpkt	Uppmätt		Uppmätt	
		Före	Efter	Före	Efter
Ny E4 vid Travbanan	7277	0	8542	0	7127
Väg E4, Ljungaskog	9932	11692	3862	11518	5042
Summa		11692	12404	11518	12169

Efter-Före 712 651

I känslighetsanalysen hamnar skillnaden från Sampers litet närmare resultatet från mätningarna. Det tidigare resultatet, 539, ökar till 651.

Tabell 3-37 Mätningar vid Sjöhultet/Åsljunga N

	Mätpkt	Uppmätt		Sampers	
		Före	Efter	Före	Efter
Ny E4 Sjöhultet	7069	0	8955	0	8683
Väg E4, Åsljunga N	9938	10697	1481	10520	2342
Summa		10697	10436	10520	11025

Efter-Före -261 505

Den uppmätta trafiken minskade, medan den i Sampers ökade (mer).

Tabell 3-38 Mätningar vid Sandhult

	Mätpkt	Uppmätt		Sampers	
		Före	Efter	Före	Efter
Ny E4 vid Sandhult	7275	0	8782	0	8271
Väg E4, Sandhult	9939	9371	726	9703	1936
Summa		9371	9508	9703	10207

Efter-Före 137 504

Även här visar Sampers visar en större trafikökning än mätningarna, skillnaden mellan efter och före i Sampers går från 420 till 504.

Känslighetsanalysen gör ingen större skillnad, den förändrar nivåerna litetgrann.

## **Slutsatser E4 förbi Örkelljunga**

Om man ser till mätningarna förefaller den inducerade trafiken vara högst måttlig i fallet Förbifart Örkelljunga. Samperskörningarna återskapar mätningarnas ökning i stråket Örkelljunga – länsgränsen någotsånär. På två av tre delsträckor ligger trafikökningen i Sampers över den uppmätta. Sampers ger både ett ökat resande och en ökad reslängd

Sampers ger ett ökat resande, där nivån är beroende av antagen ekonomisk utveckling. Då Sampers används för samhällsekonomiska kalkyler jämförs i stället scenarierna ”vägnätet är inte utbyggt” med ”vägnätet är utbyggt”, för samma tidpunkt.

Det finns flera osäkerheter i Sampersanalysen. En är lastbilstrafiken, som under 2004-2005 utgjorde c:a 25 procent av den totala trafiken på E4. I en Samperskörning representeras den av en fast matris som endast påverkas av ruttvalet.

En annan är den långväga trafiken som i Sampers hanteras av den nationella modellen. Här är det långväga resandet detsamma i både före- och efterscenario.

Av allt att döma underskattar Sampers inte den inducerade trafiken, men för en förbifart är förmodligen den inducerade trafik som kan uppstå av en ändrad markanvändning ett större problem.

### **3.3. Slutsats om Sampers och kortsiktigt inducerad trafik**

Frågan vi ställde oss innan fallstudierna var om Sampers fångar den inducerade trafiken. Teoretiskt vet vi att Sampers bör fånga en del av den inducerade trafiken, men att två faktorer gör att den kan underskattas framför allt på längre sikt – att markanvändningen och bilinnehavet brukar antas vara konstanta.

Fallstudierna för Södra Länken och E4 förbi Örkelljunga tyder inte på att den inducerade trafiken underskattas på kort sikt. Trafiken från Sampers prognoser ligger för en del mätpunkter till och med över den uppmätta.

Det går dock inte att kategoriskt dra slutsatser om systemet utifrån endast två fallstudier. För att göra det bör man göra fler fallstudier och man behöver för detta trafikmätningar av bästa möjliga kvalitet, gjorda på lämpliga mätpunkter, samt god kvalitet på indata till Sampers.

Det vore också önskvärt med fallstudier för uppföljning av effekter på längre sikt, även om svårighetsgraden ökar betydligt. Ju längre fram i tiden, ju fler omvärldsfaktorer förändras. Det är dock först på längre sikt man kan förvänta sig att ändringar i markanvändning och bilinnehav får stor betydelse

Vi har sammanfattningsvis funnit att Sampers av allt att döma fångar den inducerade trafiken för de objekt vi studerat, men det går inte dra några generella slutsatser utifrån endast två fallstudier.

## 4. Fallstudier av effekter för EVA

I dagsläget antar den ansvarige ingenjören som kör EVA-modellen normalt att ingen trafik induceras. Trafiken estimeras av Trafikverkets ingenjör som gör en bedömning med hjälp av bl a trafikuppräkningsstal som grundar sig på en autonom tillväxtberäkning, dvs en trafikökning som beror på antagande om faktorer som befolkningsutveckling, ekonomisk tillväxt och bensinprisets utveckling. I uppräkningsstalen ingår även t ex faktorer som område, vägtyp samt ev. skillnad mellan påbörjad och beslutad infrastruktur. Det innebär att vissa lokala förutsättningar riskerar att "jämnas ut" och att trafikuppräkningsstalet inte nödvändigtvis blir rätt för ett enskilt objekt. Detta bör hållas i åtanke vid efterkalkyler som genomförs nedan.

Vi har inte genomfört detaljerade uppföljningar i projektet på samma sätt som är genomfört för SAMPERS. I stället har ett antal typfall studerats generellt för att se om antagandet om ingen inducerad trafik har slagit helt fel eller om det har varit acceptabelt i vissa fall. Typfallen har valts utifrån att objekten har varit inkluderade i Trafikverkets planeringsprocess, att där finns anledning att tro att det finns inducerade effekter, t ex vid förbifarter, att det finns en EVA-analys i form av en EVA grundrapport samt att det finns en uppföljande trafikmätning för objekten. Storleken på typfallen har också varit avgörande i urvalsprocessen. Ett mindre objekt, förbifart Skultorp och ett något större objekt investeringsmässigt sett, förbifart Örkelljunga, har valts.

### 4.1. Förbifart Skultorp

#### Beskrivning<sup>8</sup>:

Väg 48 går genom samhället Skultorp med 3 500 invånare. Trafiken genom samhället låg 2002 på ca 10 000 fordon/dygn varav en stor andel var genomfartstrafik med 15 % tung trafik. Vägen utgjorde den enda infarten till Skövde tätort från söder. Med anledning av flera dödsolyckor under 90-talet var en trafiksäkerhetsförbättring nödvändig vilket även stöddes av en kraftig opinion från allmänheten. Projektets syfte var därför att förbättra trafiksäkerheten och framkomligheten i Skultorp.

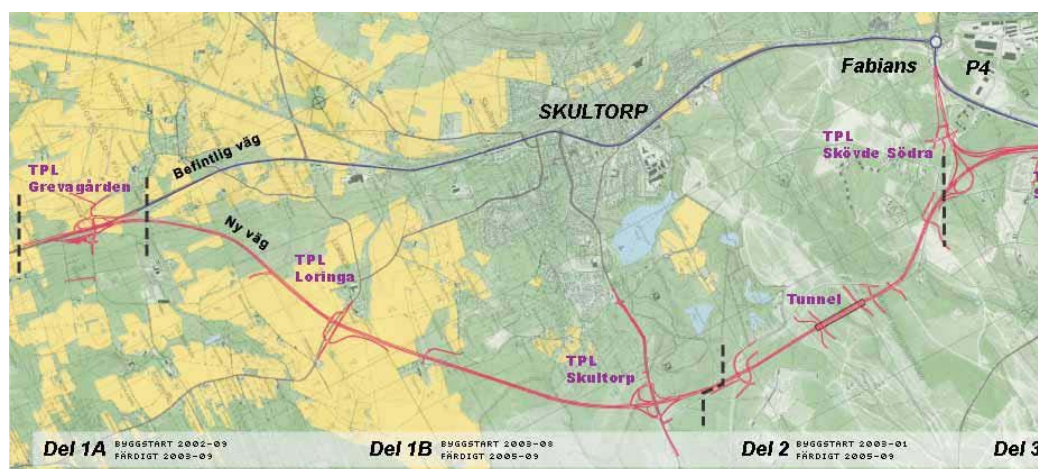
Åtgärdsförslaget gick ut på att bygga en 9,7 km lång förbifart öster om samhället med tre nya trafikplatser. Även åtgärder på den då befintliga vägen inkluderades, t ex komplettering av gång- och cykelbana på en kortare sträcka, trafiksanering mellan Skultorp och Skövde samt vägbreddsminskning och hastighetssänkning på delar av landsbygden från 90 till 70 km/h. Förslaget förutsågs ge mycket positiv effekt på framkomligheten då den befintliga vägen skulle avlastas och den nya vägen planerades ha en skyltad hastighet på 90 km/h samt att trafikplatser skulle byggas. Positiv effekt bedömdes även för trafiksäkerheten i och med minskad trafik genom Skultorp, mitträcke skulle byggas längs hela den nya vägen tillsammans med hastighetssänkningen och trafiksäkerhetsåtgärderna på den befintliga vägen.

Investeringskostnaden bedömdes till 561 Mkr under en byggtid om 3 år, mellan 2002-2005. Nettonuvärdekvoten i EVA:s grundrapport beräknades till 0,6, vilket innebär att

---

<sup>8</sup> Objektbeskrivning 2002-11-21, Väg 48 Borgunda-Skövde BH S 2002, Vägverket, region Väst,

samhället för varje satsad krona får tillbaka 1,60 öre i nytta. De stora nyttorna i den samhällsekonomiska kalkylen är som väntat tillgänglighet och trafiksäkerhet.



Figur 4-1 Karta över planerad sträckning av ny förbifart vid Skultorp.

## Uppföljning

Trafikverket, dåvarande Vägverket region Väst, gjorde i november 2005 en undersökning bland de boende i Skultorp och pendlare/yrkestrafikanter. Den visade att åtta av tio trafikanter då var nöjda med den nya sträckan mellan Skövde och Borgunda. Kritik framfördes dock särskilt när det gällde cirkulationsplatser, av- och påfarter samt beläggning.

Tabell 4-1 Trafikflöden f/d genom och förbi Skultorp före och efter åtgärd

Skultorp	2002 uppmätt	2010 prognos	2007 uppmätt	Jmf Efter-Före
Gamla vägen	7 500 - 12 200	?	2 900	-4 600- -9 300
Nya vägen	-	7 000 - 8 000	8 300 - 10 400	1 300 - 2 400
Totalt	7 500 - 12 200	?	11 200 - 13 300	1 100 - 5 800

Årsdygnstrafiken låg enligt föremätning 2002 på 7 500 – 12 200 f/d, vilken delvis beräknades omfördelas till den nya väg 26 och därmed avlasta den då befintliga vägen genom Skultorp. Årsdygnstrafiken på den nya väg 48 beräknades i EVA Grundrapporten bli 7 – 8 000 f/d. Denna trafik har estimerats av Trafikverkets ingenjör som gör en bedömning baserat på trafikuppräkningsstal som beskrivits ovan i avsnitt 4.3.

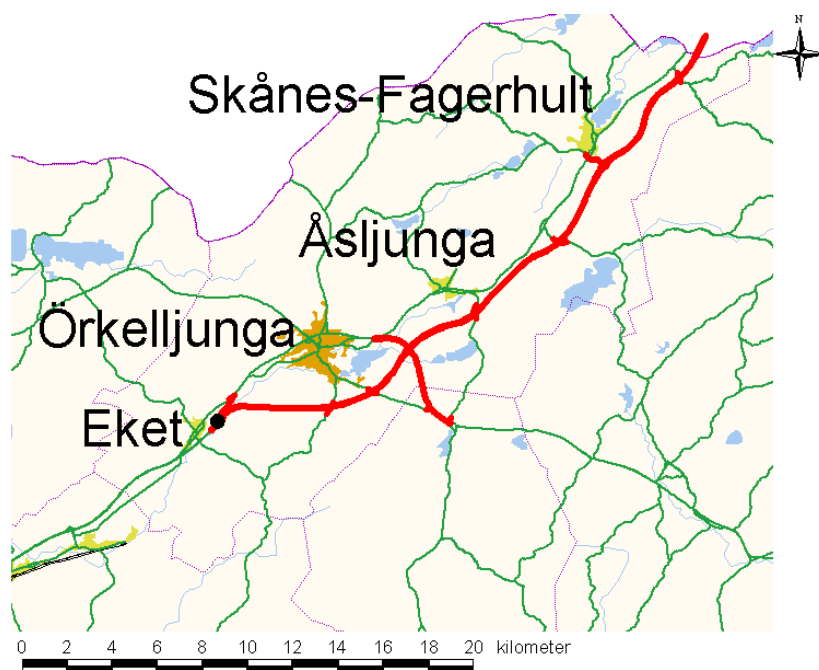
2007 gjordes en uppföljande mätning som visade att trafiken på den ursprungliga vägen genom Skultorp låg på 2 900 f/d. Årsdygnstrafiken på den nya väg 48 uppmättes då till mellan 8 300 – 10 400 f/d. Den totala årsdygnstrafiken på befintliga vägar kan med eftermätningar således beräknas till 11 200 – 13 300 f/d. Trafikflödesjämförelse på enbart den nya vägen i jämförelse till vad som beräknades i EVA-analysen ger en ökning med 1 300 – 2 400 f/d. Den totala

trafikflödesförändringen enligt före- och eftermätningar ligger på 1 100- 5 800 f/d (Tabell 4-1).

## 4.2. Förbifart Örkelljunga

### Beskrivning<sup>9</sup>:

Det aktuella vägsnittet E4 mellan Eket-Örkelljunga-Åsljunga-Skånes Fagerhult är en del av den planerade motorvägstriangeln Stockholm-Köpenhamn-Oslo. Trafiken karaktäriseras av transporter på långa sträckor med stort inslag av internationell karaktär. Den då befintliga E4 var 13 m-väg och hade låg trafiksäkerhet, dålig framkomlighet och vållade miljöstörningar i tätorterna längs sträckan. Väg 24 passerar genom Örkelljunga, vilken trafikerades av 20-30 % lastbilstrafik som gav störningar inne i tätorten. Trafikmiljön i Örkelljunga hade innan projektet förbättrats genom att högmastbelysning satts upp, refuger byggts och planskild korsning byggts i Örkelljunga N. Sidområden hade även säkrats och bulleråtgärder vidtagits. I Åsljunga hade även hastighetsgränsen ändrats från 90 till 70 km/h. Trots dessa åtgärder fortsatte trafiken att öka samtidigt som trafiksäkerheten och framkomligheten var låg. Projektets syfte var därför att höja trafiksäkerheten, framkomligheten och minska trafikstörningarna i tätorterna längs den dåvarande E4.



Figur 4-2 Karta över planerad sträckning av ny förbifart mellan Eket, Örkelljunga och Skånes-Fagerhult

Åtgärdsförslaget gick ut på att bygga motorväg i ny sträckning förbi Örkelljunga, Åsljunga och Skånes Fagerhult och ny väg 24 i östlig riktning förbi Örkelljunga med 9 m sektion.

Investeringskostnaden bedömdes till 1 000 Mkr under en byggtid om 3 år, mellan 2002-2004. Nettonuvärdeskvoten beräknades i EVA-analysen till 0,3, vilket innebär

<sup>9</sup> Objektbeskrivning 2002-07-11, E4 Örkelljunga-Skånes Fagerhult, , Vägverket, Region Skåne

att samhället för varje satsad krona får tillbaka 1,30 öre i nytta. De stora nyttorna i den samhällsekonomiska kalkylen är som väntat tillgänglighet och trafiksäkerhet men även barriäreffekterna beräknades minska kraftigt.

## Uppföljning

Årsdygnstrafiken genom Örkelljunga låg i en föremätning 2002 på 7 600 f/d. Den nya E4:ans trafikflöde beräknades i EVA Grundrapporten att bli ca 8 500 f/d för år 2010. Som nämnts ovan så gör Trafikverkets ingenjör en bedömning av en prognostiserad trafik grundad på bl a trafikuppräkningsstal som i sin tur baseras på en autonom tillväxtberäkning, dvs en trafikökning som beror på antaganden om faktorer som befolkningsutveckling, ekonomisk tillväxt och bensinprisets utveckling. I uppräkningsstalen ingår även t ex faktorer som område, vägtyp och ev skillnad mellan påbörjad och beslutad infrastruktur.

Tabell 4-2 Trafikflöden f/d genom och förbi Örkelljunga före och efter åtgärd.

Örkelljunga	2002 uppmätt	2010 prognos	2009 uppmätt	Jmf Efter-Före
Gamla vägen	7 600	?	3 000	-4 600
Nya vägen	-	8 500	12 200	3 700
Totalt	7 600	?	15 200	7 600

De senaste årens mätningar från juli 2010 som har tagits ut via Trafikverkets hemsida i juli 2010 visar trafikutvecklingen på E4 nordost om Örkelljunga. Vi har i projektet försökt finna en mätpunkt som ska vara jämförbar med Trafikverkets prognostiserade värde. Mellan 2006 och 2009 har trafiken utvecklats i mätpunkten enligt tabellen nedan.

Tabell 4-3 Trafikutveckling för mätpunkten

År	ÅDT
2006	11 500
2007	12 500
2008	12 600
2009	12 200

Efter förbifartens tillkomst passerar ca 3 000 f/d genom Örkelljunga. Det är osäkert vilken mätpunkt som användes inför EVA-analysen men i föreliggande arbete har mätdata tagits ut strax söder och strax norr om Örkelljunga och ett genomsnitt har beräknats för att mäta trafikflödet på den ursprungliga vägen.

Den nya E4 beräknades få ett flöde på ca 8 500 f/d i EVA-analysen. Mätpunkten på E4 nordost om Örkelljunga, som bedöms jämförbar med värdet före åtgärd, visar på ett trafikflöde efter åtgärd på 12 200 f/d för år 2009. Dessa siffror tyder på en trafikökning enbart på den nya vägen med 3 700 f/d, när man jämför verklig trafikutveckling med det förväntade flödet i EVA-beräkningen. Den totala

trafikflödesökningen enligt före- och eftermätningar ligger på 7 600 f/d. Det ska dock hållas i åtanke att eftermätningens trafiktal och trafikökningen i sig kan härröra från andra investeringar längs E4 och inte enbart från den studerade förbifarten utanför Örkelljunga. Eftersom uppräkningsstalen tas fram på ett visst aggregerat sätt för bl a område, vägtyp osv så innebär det att vissa lokala förutsättningar riskerar att ”jämnas ut” och möjligheten finns att uppräkningsstalet inte blir rätt för ett enskilt objekt. Detta ökar osäkerheten i detta objekt.

### **4.3. Slutsatser för studerade objekt**

Båda objekten visar upp trafikökningar, dels när före- och eftermätningar jämförs men även när den nya förbifartens data i eftermätningen jämförs med den prognostiserade trafiken i EVA-analysen.

I objektet Örkelljunga råder dock osäkerhet huruvida mätningarna är gjorda på samma ställen före och efter investering. Eftermätningens trafiktal och därmed trafikökningen i sig kan också ha sitt ursprung i andra investeringar längs E4 och inte enbart från den studerade förbifarten utanför Örkelljunga samt att uppräkningsstalen har beräknats på ett aggregerat sätt, vilket ökar osäkerheten i detta objekt.

Eftersom det saknas prognostiserade värden i EVA-grundrapporterna för de ursprungliga genomfarterna genom Skultorp och Örkelljunga så kan vi inte säga mer om trafikutvecklingen genom tätorterna än att det är klart att båda dessa genomfarter har fått trafikminskningar till följd av byggandet av förbifarterna.

Fenomenet inducerad trafik inkluderas inte i nuläget av Trafikverkets ingenjörer i EVA-modellen och man kan konstatera att trafikuppräkningsstalen baseras på en autonom tillväxt där antagande görs om faktorer som bl a ökad inkomst, befolkningsutveckling, ekonomisk tillväxt och bensinprisets utveckling tillsammans med andra faktorer som beror på område, vägtyp och påbörjade/avslutade infrastrukturinvesteringar. I våra studier av Skultorp och Örkelljunga så kan vi konstatera att vi inte har en fullständig bild av trafikflödena. Det vore dock önskvärt att prognoser för alla vägar, både gamla och nya, tydligare redovisas i EVA-analysen. Det vore även önskvärt med ett förfarande där en basprognos genomförs följt av känslighetsanalyser där mer lokala förhållanden skulle kunna inkluderas.

Med de osäkerheter som föreligger så verkar det ändå troligt att det finns en inducerad trafikefterfrågan i mindre objekt men det vore intressant att ytterligare studera olika objekt för att säkerställa detta.

Vi föreslår att kompletterande beräkningar till EVA vad gäller utsläpp, vägslitage och olyckor för den inducerade trafiken genomförs. Om Trafikverkets ingenjör framöver väljer att inkludera den inducerade trafiken i sina prognostiserade trafiktal så skulle den föreslagna elasticitetsberäkningen också kunna vara ett instrument för att säkerställa storleksordningen av just den trafiken.

## 5. Analys av alternativa metoder att inkludera markanvändnings- och lokaliseringseffekter

De långsiktiga effekterna i form av markanvändnings- och lokaliseringseffekter brukar inte inkluderas i dagens objektsanalyser. Själv är ingen lokaliseringsmodell, men det är möjligt att ange olika markanvändning i jämförelse- och utredningsalternativet. Bristen idag ligger i avsaknaden av vedertagna metoder för att prognostisera förändringar i markanvändning på den detaljerade geografiska nivå som krävs.

I detta kapitel behandlar vi tre möjliga metoder för att analysera lokaliseringseffekter:

- Potentialmodeller (ekonometriska modeller som räknar ut hur förändrad tillgänglighet påverkar lokalisering, termen ”potentialmodeller” kommer av att det är en potential man räknar ut).
- Modeller som illustrerar politiska beslut (LuSIM)
- Prognosmodeller som bygger på empiriska samband som generaliseras från markanvändningsutvecklingen längs vägar som byggts tidigare (genom Markovkedjor).

Respektive modelltyp behandlas på tämligen skilda sätt i kapitlet. Potentialmodeller är den skola som har flest forskartimmar bakom sig. Inga potentialmodeller används dock idag aktivt i planeringen.

I kapitlet beskrivs de modeller som finns samt deras för- och nackdelar. Vi ger även en mer allmän bakgrund till förhållandet mellan transport- och lokaliseringsmodeller i kapitlet (som introduktion till den övergripande frågan). LuSIM är en modell som används idag på området. Modellen beskrivs kortfattat och en tillämpning redovisas (tunneln mellan Helsingborg och Helsingör).

Markovkedjor är en ny ansats som utvecklats inom projektet. Metoden och ett par tillämpningar beskrivs i kapitlet. Markovansats-kapitlet skiljer sig alltså gentemot de tidigare på så vis att det är en metod som utvecklats inom projektet. Kapitlet om Markovansatsen är skrivet av Chalmers, de två tidigare kapitlen av WSP.

### 5.1. *Potentialmodeller*

#### **Transportmodeller och lokaliseringsmodeller**

Sverige har en lång tradition av utveckling och tillämpning av transportmodeller. Lokaliseringsmodeller är däremot ett relativt nytt område som börjat utvecklas inom senaste decennierna. I denna sektion jämförs dessa två typer av modeller mot samband som de återspeglar.

Transportmodeller används för planering av infrastruktur. Modellerna återspeglar hur invånare i en region genomför sina resor. De bygger på en teori att människorna är nytto-maximerande och försöker välja ett alternativ som är bäst för dem. Hur bra alternativet är karakteriseras med hjälp av en generaliserad kostnad som omfattar restid och monetär kostnad av resan.

I modellen väljer varje person hur ofta, vart, med vilken färdmedel och vilken rutt de reser. Vissa modeller omfattar även valet av tidpunkt för resan. I modeller väljer människorna alternativ som ger den lägsta generaliserad kostnad. Eftersom kostnaden beror på restid, slår väginvesteringar igenom i resvalen. När en viss väglänk får högre kapacitet så påverkar det valen på sådant sätt att alternativ som innehåller länken får större andel av resandet.

Valet av var och hur ofta man reser utgår från en viss lokalisering av bostäder, arbetsplatser och andra attraktionspunkter. En person som bor i ett visst område får enligt modellen en viss sannolikhet att resa till varje enskilt område. Sannolikheten beror på den generaliserade kostnaden att resa till målområdet samt på hur stort målområdet är, till exempel för arbetsresor, hur många arbetsplatser finns i målområdet. Modellerna även tar hänsyn till tillgång till bil så att individer tillhörande bildisponerande hushåll har högre sannolikhet att välja bil som färdmedel. Dessutom påverkas resfrekvensen av tillgängligheten. Det innebär att personer som bor i ett område med god tillgänglighet reser oftare än i ett område med dålig tillgänglighet. Själva tillgängligheten beräknas i trafikmodellen genom att aggregera restider och resekostnader från ett område till alla andra områden med alla möjliga färdmedel. Restider med bil beror på hur många som kör bil och vart. Genom att beräkna resefterfrågan, restider och tillgängligheten flera gånger om till konvergens åstadkommer modellen en konsistens mellan alla resultat: efterfrågan, restiderna och tillgängligheten.

När antalet personer som bor i varje område, antalet bilar i området samt attraktionsfaktorerna är givna, är det sedan möjligt att uppskatta hur många personer förväntas att köra bil mellan olika områden, genom att multiplicera underlaget med sannolikheten. Förutsättningen är alltså att man vet hur många personer bor och hur många arbetsplatser och andra attraktioner finns i varje område. Man kan säga att lokaliseringen av befolkning och arbetsplatser samt bilägandet är i en trafikmodell givna exogent, d v s som input till modellen.

Ett problem med trafikmodeller är att de inte tar hänsyn till att även lokaliseringen och bilägandet påverkas av väginvesteringar. Denna påverkan sker på relativt längre sikt än påverkan på resebeteendet. Men det finns forskning som visar på ett positivt samband mellan vägkapaciteten och bilinnehavet, och att förbättrad tillgänglighet attraherar företagen och bostäder. Därmed påverkas trafikflödena ytterligare. Det innebär att trafikmodellen inte räknar på hela förändringen av resefterfrågan på grund av kapacitetsförändringen utan bara på de kortsiktiga konsekvenserna, alltså underskattar effekten. För att modellen skulle återspegla den långsiktiga påverkan av kapacitetsförändring på resandet, måste den nya lokaliseringen och det nya bilinnehavet beräknas och resefterfrågan ska beräknas på nytt. Detta gör inte trafikmodeller men detta gör integrerade transport- och lokaliseringsmodeller.

Den gängse samhällsekonomiska kalkylmetodik utgår från att investeringen som analyseras inte påverkar lokalisering av befolkning eller arbetsplatser. Antagandet är alltså att huvuddelen av nyttorna/onyttorna av investeringen fångas i kalkylen även om man bortser från lokaliseringseffekter. Att lokaliseringseffekter inte ingår i kalkylerna tenderar oftast att underskatta nyttan hos större, ”strukturskapande” åtgärder jämfört med mindre åtgärder med minimala lokaliseringseffekter. Stora investeringar har en viss tendens att ”skapa sin egen efterfrågan” genom långsiktiga lokaliseringseffekter. Generellt sett är det enbart en fördel för kollektivtrafikinvesteringar (eftersom det ger underlag för utökad trafik, vilket ökar

nyttan av investeringen), medan det åtminstone i vissa fall är till nackdel för väginvesteringar (om de totala trängselnivåerna ökar eller om nyskapade externa effekter överstiger nyttan av omlokaliseringseffekterna).

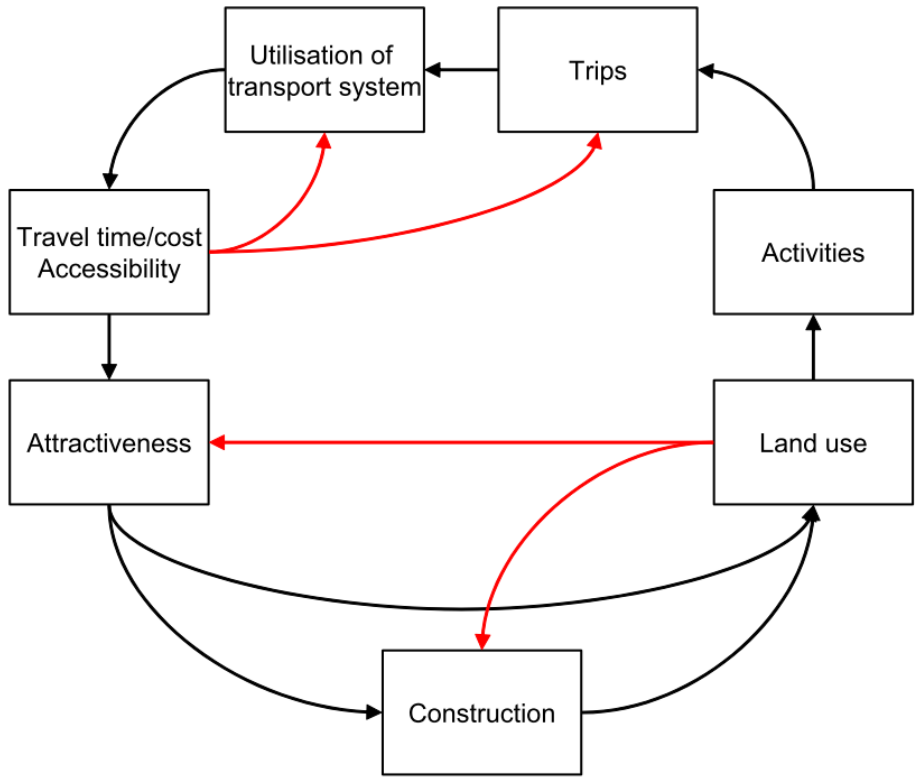
I Samperssystemet ingår VTI:s bilnehavsmodell som beräknar årsvisa förändringar av in- och utträdesbenägenheter för bilnehav, som funktion av framför allt tre faktorer. Dessa faktorer är befolkningsförändringar i de åldersklasser som har normalt eller högt bilnehav, förändrad ekonomisk utveckling samt ändrat bensinpris. Bilnehavsmodellen tar inte hänsyn till förändring i tillgängligheten med olika färdmedel. Detta resulterar i att nya investeringar i vägnätet inte påverkar den modellberäknade bilnehavet. Det är dock rimligt att benägenheten att skaffa bil borde bero på vinsten i tillgängligheten jämfört med att inte ha bil. Därför kan det förväntas att bilnehavet ökar i ett område som p.g.a. väginvesteringar får bättre tillgänglighet för bilresor, som i sin tur leder till högre biltrafik. Det borde påpekas att det finns en sådan modell utvecklad (Transek och KTH på uppdrag av Banverket, 2005). Modellen finns implementerad i en testversion av Sampers, dock inte i standardversionen.

Arbetsgrupp i åtgärdsplaneringen med ansvar för samhällsekonomiska analyser har i en rapport "Utveckling av samhällsekonomiska metoder och verktyg: Trafikslagsövergripande plan utifrån erfarenheter av åtgärdsplaneringen" föreslagit att se över de bilnehavsmodeller som finns på marknaden och undersöka vilken som lämpar sig bäst för tillämpning och/eller behöver utvecklas. Det är önskvärt då att även ta hänsyn till påverkan av tillgängligheten på bilnehavet.

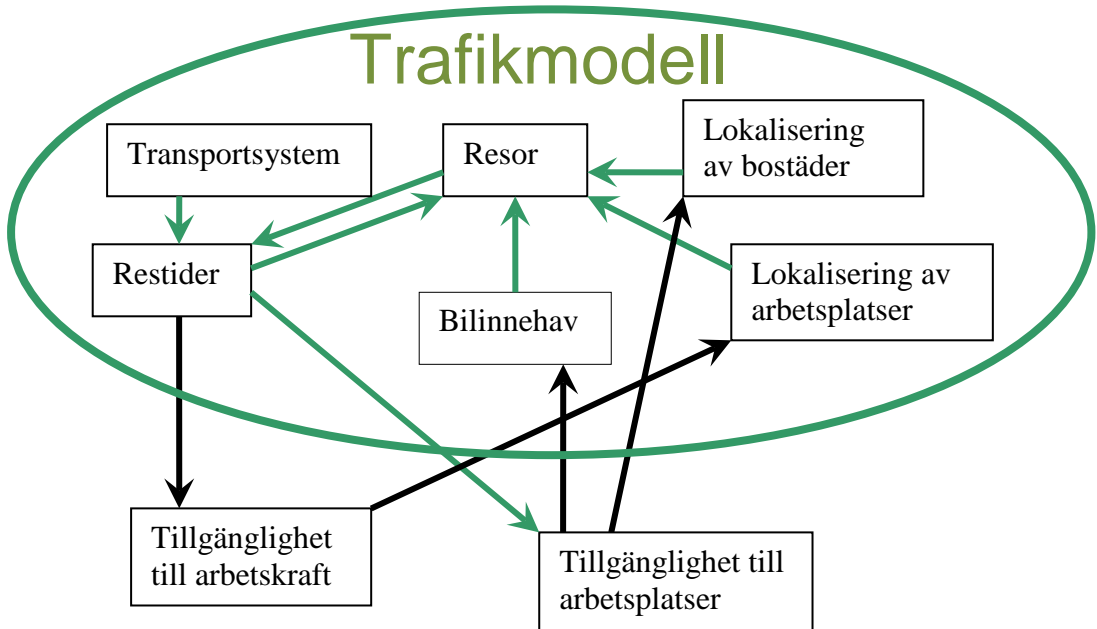
Följande tabell sammanfattar effekter av vägkapacitetsökningar på kort och på lång sikt.

Tabell 5-1 Effekter av vägkapacitetsökningar på kort och lång sikt

Effekt av väginvesteringar som höjer vägkapacitet	Modell som återspeglar effekten	Sikt	Ingår i svenska modeller
Omfördelning av bilresor i vägnätet	Ruttvalsmodell (auto assignment)	Kort	Sampers, Lutrans, T/RIM
Omfördelning från kollektiva resor till bilresor	Färdmedelsvals modell	Kort	Sampers, Lutrans, T/RIM
Omfördelning till andra destinationer (längre resor utan att det tar lägre tid)	Modell för destinationsvalet	På kort sikt för rekreations-, inköps- och besöksresor, på medellång sikt även för arbetsresor	Sampers, Lutrans, T/RIM
Oftare resor på bättre tillgänglighet till attraktiva områden	Modell för resegenerering (valet att resa/inte resa)	Kort	Sampers, Lutrans
Hushåll som bor i områden där tillgänglighet med bil förbättrats skaffar bil	Bilnehavsmodell med tillgänglighetsvariabler	Medellång	Nej (inga tillgänglighetsvariabler i VTI:s modell)
Lägen med förbättrad tillgänglighet attraherar befolkning och arbetsställen	Lokaliseringsmodell	Medellång	IMREL, LuSim
Lägen med förbättrad tillgänglighet får ökad bebyggelse	Markanvändningsmodell	Lång	LuSim



Figur 5-1 En generell representation av påverkan inom transporter och lokalisering (Weneger)



Figur 5-2 En trafikmodell brukar omfatta påverkan av bilinnehavet och lokalisering på resvalen och ömsesidig påverkan av resor och restider. Det är vanligt att även tillgängligheten till arbetsplatser beräknas. Däremot ingår inte sambandet mellan tillgängligheten och lokalisering respektive bilinnehavet i gängse trafikmodell.

## Normativa och deskriptiva modeller

Nedan beskrivs deskriptiva modeller för lokalisering av bostäder och arbetsplatser. Deskriptiva modeller försöker beskriva hur processer sker i verkligheten, i detta fall hur lokaliseringen av bostäder och arbetsplatser påverkas av tillgängligheten i transportsystemet. Modellerna innehåller vanligtvis ett antal parametrar som beskriver bl. a. hur känslig lokaliseringen är m a p tillgängligheten. Parametrar i några av dessa modeller är skattade empiriskt så att modellen så bra som möjligt återspeglar en utveckling i lokaliseringen som skett under flera år. Vid estimering av parametrarna försöker man separera påverkan av tillgänglighetsförändringen på lokaliseringen från andra faktorer. T.ex. ett stort antal arbetsplatser i orten kan under högkonjunkturen positivt påverka inflyttningen. Även tillgängligheten för sig beror dels på generaliserade kostnader för resor från givet område till alla andra områden, dels på antalet resor till de olika områdena som kan påverkas av annat än förändringar i tillgängligheten. Dessutom påverkas lokaliseringen i en stor grad av planeringsrestriktioner som modellen inte tar hänsyn till, därför den realiserade förändringen i lokaliseringen kan avvika betydande från modellprognosen.

Till skillnad från deskriptiva modeller, ger de normativa modellerna en prognos under förutsättning att alla hushåll inte handlar för sin egen utan för samhällets bästa, alternativt att de lyder en planerare som lokaliserar bostäder och/eller arbetsplatser utifrån ett visst välfärdsmått. En normativ modell som finns i Sverige, Lusim, som beskrivs i kapitel 5.2.

## Modeller som används eller utvecklats i Sverige

### ISP

ISP (Interactive Spatial Planning) var den första lokaliseringsmodellen som tillämpats i planeringen i Sverige. Den utvecklades av Geoffrey Roy och Folke Snickars och implementerades i flera städer i Australien samt Stockholm, Malmö, Östersund och Helsingfors. ISP försöker hitta den mest sannolika utvecklingsväg för en stad eller region med hänsyn tagen till nuvarande situation samt restriktioner i framtiden. Beräkningen sker för en serie av år baserad på ett samband mellan förändring av befolkning per bostadstyp, bostäder av olika typer och sysselsättning i olika branscher per område. Det totala antalet resor, summa restid och summa resavstånd till och från området beräknas som resultat men påverkar inte lokaliseringen. Eftersom ISP inte är integrerad med en trafikmodell saknas det påverkan av transportsystemet på lokaliseringen. Därmed kan modellen användas för att producera olika markanvändningsscenarier men inte för att beräkna konsekvenser av trafikinvesteringar.

### IMREL

IMREL utvecklades under 1990-talet på RTK och KTH av Christer Anderstig och Lars-Göran Mattsson. Det är en integrerad transport- och lokaliseringsmodell för Stockholms län där ingår beteende av förvärvsarbetande befolkning som försöker optimera valet av bostäder samt beteende av arbetsgivare som optimerar valet av lokaler för sina företag. Optimeringen av lokaler sker m a p nytta för varje företag medan optimeringen av bostäder sker genom att det totala välfärdsmålet maximeras. Tillgänglighetsmått från trafikmodellen ingår i kriterier för lokaliseringen av både bostäder och företag. Det innebär att befolkningen tar hänsyn till tillgänglighet till

arbetsplatser medan arbetsgivare beaktar tillgänglighet till arbetskraft. Dessutom finns en "täthetseffekt": ett områdes attraktivitet för bostäder minskar i proportion mot antalet invånare dividerat med den totala markytan.

Utbud av bostäder/lokaler modelleras inte explicit utan det antas att på lång sikt det byggs eller omvandlas så mycket byggnader att hela efterfrågan tillfredställs.

IMREL arbetar på grövre områden än Sampers och T/RIM: 99 områden i Stockholms län. Sysselsättningen är uppdelad efter lokala verksamheter (knutna till befolkningen i området) och övriga.

IMREL stegar inte på tidsperioder utan beräknar den långsiktiga jämvikten. Indata till IMREL är befolkning och sysselsättning per område i utgångsläget, totalt antal i prognosåret samt undre och övre begränsningar på antalet bostäder och arbetsplatser. IMREL är integrerad med T/RIM. Det innebär att det är relativt lätt att genomföra upprepande körningar där modellerna använder resultat från varandra. Detta gjordes i flera planeringsprojekt. Man har dock aldrig gjort fler än två iterationer i tillämpningar.

Inom ett forskningsprojekt på KTH har man använt IMREL tillsammans med Sampers. Det omfattande markanvändningsinformation som Sampers behöver kräver dock mycket manuellt arbete för att översätta resultat från IMREL.

## **TILT**

TILT är en integrerad transport- och lokaliseringsmodell utvecklat på KTH av Jonas Eliasson och Lars-Göran Mattsson. Modellen behandlar samtidigt valet av bostad, bilinnehav samt, för varje resärende, resefrekvens till olika destinationer och färdmedel för varje resa. Lokaliseringen av företag är exogen. Alla dessa val förutom resefrekvensen beräknas med logitmodeller medan resefrekvenserna bestäms i modellen med hänsyn till att olika personer har olika preferenser mot att variera destinationer för privata resor (icke arbetsresor). Modellen är inte operationaliserad och inte heller estimerat för någon stad eller region. Den borde betraktas snarare som en intressant teoretisk ram för integrerade transport- och lokaliseringsmodeller.

## **LandScapes**

LandScapes är en integrerad transport- och lokaliseringsmodell utvecklad vid KTH av Daniel Jonsson. Till skillnad mot IMREL och TILT är den dynamisk, d v s den gör prognoser för en period i taget. För varje period beräknas trafikjämvikt med hänsyn till lokalisering av bostäder och företag och transportsystem som gäller i perioden. För varje område beräknas antalet som ska flytta från området, baserat på socioekonomiska egenskaper. De samt nyanländ befolkning fördelas på befintliga och nybyggda bostäder med hänsyn till tillgängligheten och bostadsprisen. Samtidigt beräknas även antalet nybyggda hus som beror på bostadspriset, byggkostnader och resterande byggpotential. Sedan beräknas lokalisering av företag på ett sätt liknande IMREL. Så skapas underlaget för beräkning i nästa period.

Skillnader mot IMREL är att modellen är dynamisk och att befolkning fördelas på områdena med hänsyn till egna kostnader och tillgänglighet, och inte genom att maximera den totala välfärden som i IMREL.

Modellen är estimerad och implementerad för Stockholm med 222 områden. Resultat av estimeringen är dock tveksamt med tidsvärden som inte korrelerar positivt med inkomsten. Modellen kan ännu inte användas i praktiken utan kräver utveckling av

användarvänligt gränssnitt samt gränssnitt mot en extern trafikmodell. Landscapes egen trafikmodell är på grov nivå.

## **Modeller som används utomlands**

### **UrbanSim**

UrbanSim är en relativt ny modell, utvecklad ungefär från 1997 och framåt av ett forskarlag vid University of Washington under ledning av Paul Waddell. Modellen är uppbyggd av flera delmodeller, varav de viktigaste är modeller för bostadsefterfrågan, lokalefterfrågan och bebyggelseförändringar. Den arbetar med enheter på mycket detaljerad nivå genom att simulera enstaka hushåll och företag. Förändringar av dess lokalisering sker i en tidsserie där varje steg beror på tillgänglig mark, priser och tillgänglighet till arbetsplatser och arbetskraft.

Modellen omfattar lokalisering av bostäder och arbetsplatser, priser på bostäder och lokaler samt bebyggelse (nybyggnad, rivning och ombyggnad).

Mjukvaran är allmänt tillgänglig via Internet. Implementering för ett visst område kräver estimeringar med utgångspunkt från disaggregerade data om förflyttningar av hushåll, etableringar av företag och förändringar i bebyggelse.

UrbanSim tillämpades för flera städer i USA samt Paris, Bryssel och Lausanne.

### **MEPLAN**

Modellen utvecklades på 1960-talet av Marcial Echenique & Partners, ett konsultföretag som nu ingår som affärsområde i WSP group. Den återspeglar sambandet mellan varuflöden och etablering av företag samt lokalisering av befolkning och tillgänglighet. I varje tidssteg beräknar modellen en jämviktslösning som omfattar transportsystemet och lokaliseringen. Modellen är mycket detaljerad m a p branscher och varugrupper. En fördel är att modeller även skapar även underlag för modellering av godstransporter. Modellen användes i flera städer i England samt Bilbao, Santiago, Sao Paulo och Tehran. Under 1990-talet gjorde Regionplane- och trafikkontoret ett försök att även implementera den i Stockholm men data man hade då var inte tillräckligt bra för skattning av modellen.

## **5.2. LuSIM**

LuSIM är en modell som används för geografisk fördelning av befolkning och arbetsplatser. LuSIM utvecklades av WSP i huvudsak under 2007 som en av flera modeller till stöd för den då pågående RUF 2010<sup>10</sup>-processen. Modellens nuvarande geografiska område är Östra Mellansverige<sup>11</sup> men den är som tekniskt system emellertid fullt portabel och inte bunden till någon särskild geografi.<sup>12</sup> Att flytta modellen till en ny geografisk plats innebär ungefär en veckas arbete. Därtill kommer

---

<sup>10</sup> RUF 2010 – Regional Utvecklingsplan för Stockholmsregionen 2010

<sup>11</sup> Östra Mellansverige omfattar Stockholms, Uppsala, Södermanlands, Östergötlands, Örebro, Västmanlands och Gävleborgs län.

<sup>12</sup> Det finns också en Öresunds-version (Skåne och Själland) av LuSIM där modellen är starkt integrerad med trafikmodellen LuTRANS. LuTRANS är en förenklad version av Sampers.

dock ett arbete att ta fram de nya indata till modellen som inte redan existerar för den nya geografiska platsen. LuSIM är utvecklad med inspiration och idéer hämtade från UrbanSIM som har utvecklats av Paul Wadell mfl vid Washington University.

LuSIM utvecklades med syftet att fördela en given befolkning och ett givet antal arbetsplatser på zoner efter principer som användaren anger. Att användaren anger betydelsen av varje variabel innebär att modellen inte använts som en prognosmodell i vanlig mening dvs. en estimerad modell av verkligheten. Avsikten har varit att ta fram ett antal olika markanvändningar som kan antas rimliga/önskvärda/hotande och analysera vad dessa innebär för regionen i ett antal dimensioner. Syftet är således inte att göra en prognos utan att spänna upp det möjliga utfallsrummet. Genom att spänna upp ett möjligt utfallsrum ges den information som behövs för att ta fram en plan.

Den centrala drivkraften i systemet antas vara trafiknäten och den tillgänglighet som ges av dessa. Med tillgänglighet menas i detta fall sammanviktad generaliserad reskostnad, i form av restid och monetär kostnad, till olika målpunkter. Beräkningen av de olika trafiksystemvariablerna sker i en multimodal trafikmodell som till exempel systemmodellen LuTRANS, Sampers eller T/RIM. En väginvestering, som medför förändrade tillgänglighet, påverkar med andra ord hur LuSIM lokaliserar tillkommande befolkning och arbetsplatser.

LuSIM fördelar total befolkning och sysselsättning på zoner och bostadstyp för hela det betraktade geografiska området. Hur många invånare som fördelas på villor och flerfamiljshus samt arbetsplatser är givna per län från exogena indata, så kallade grundantaganden. För att bryta ner befolkningen till de åldersgrupper som trafikmodellen LuTRANS använder beräknas en befolkningsprognos i LuSIM som skapar en befolkning som är konsistent på regional nivå med befolkningsprognosen som ligger i grundantagandena.

## Beskrivning av modellen

### Indata

LuSIM styrs av tre typer av indata:

- Grundantaganden
- Markanvändningsdata
- Beteendantaganden

Grundantaganden består av prognoser på länsnivå för antalet invånare och antalet arbetsplatser. Grundantagandena ger den befolkning och sysselsättning som ska fördelas över tid. Fördelningen sker genom att de tillkommande volymerna fördelas jämt över tid.

Markanvändningsdata är de data som beskriver väsentliga egenskaper hos zonerna för lokalisering. Det omfattar exempelvis nuvarande befolkning och sysselsättning i zonen, andel boende i lägenheter respektive småhus, tillgängligheten från och till zonen, omgivande zoners egenskaper, lägesegenskaper samt trafikutbud i zonen.

Beteendantaganden är våra antaganden om vad som kommer att styra lokaliseringen under perioden. Dessa antaganden kommer in som vikter eller parametrar som ansätts på markanvändningsdata. I modellen är samtliga variabler standardiserade så att vikterna är jämförbara mellan olika variabler.



bebyggelsen sprids ut från täta områden, ett visst empiriskt stöd finns för tillvägagångssättet. Det är även möjligt att ansätta individuella exploateringsstal för varje zon. Regleringen av tätheten i zonerna styrs också av modellens efterfrågesida där en zon som förtätas från en låg täthet anses bli mer attraktiv medan en väldigt tät zon som förtätas ytterligare anses bli mindre attraktiv. Detta är en del av modellens dynamiska struktur där attraktiva zoner växer sig tätare men till slut blir alltför täta för att attrahera ytterligare befolkning och arbetsplatser.

POP är en delmodell i LuSIM som används för att beräkna den framtida demografiska strukturen hos befolkningen och gör en framskrivning av befolkningen genom att utnyttja sambandet mellan bostäders ålder och befolkningens åldersstruktur. Befolkningen fås uppdelad på kön och i åldersgrupper genom att anta att den demografiska sammansättningen i en bostad beror på byggnadens ålder samt att detta beroende inte kommer att ändras i framtiden. POP stämmer av sin befolkningsprognos mot grundantagandena för befolkningen för varje län för att garantera åldersstrukturen med sina kohorter.

### **Egenskaper**

LuSIM har två egenskaper som är centrala för funktionen: dels att modellen är dynamisk, dels att beräkningen sker på mikronivå.

Dynamisk innebär att modellen stegar sig fram i tidssteg från nuläget till slutåret och för varje tidssteg fördelas ett visst antal tillkommande invånare och arbetsplatser samt ett antal invånare/arbetsplatser som flyttar/omlokaliseras. Från ett steg till nästkommande beräknas också nya tätheter och områdesvariabler vilket gör att varje tidssteg blir beroende av vad som hänt i de föregående stegen. En dynamisk struktur gör det möjligt att ta hänsyn till klustringseffekter dvs. att det finns ett särskilt värde i att lokalisera sig i täta miljöer. Att beräkningen sker i tidssteg innebär också att bostäderna har en åldersstruktur vid beräkningens slut som kan användas i befolkningsprognosen. Att modellen hanterar flyttningar, om än rudimentärt, innebär att vissa områden kan få en befolkningsminskning och minskning av antalet arbetsplatser. Sannolikheterna att flytta skiljer mellan flerfamiljshus och villor liksom återflyttningssannolikheten.

Mikronivån innebär att LuSIM fördelar en invånare/arbetsplats i taget och det sker genom att zoner tilldelats sannolikheter att träffas av ett slumpstal (kallas ibland Monte Carlo simulering). Sannolikheterna genereras av en logit-modell vars parametrar och variabler utgörs av den betydelse som användaren ansätter för dessa i beräkningen. Att använda sig av mikrosimulering innebär främst att modellen kan jobba med heltal och att LuSIM har en flexibilitet för fortsatt utveckling.

### **Utdata och koppling till SAMS-databas**

Utdata från LuSIM, eller egentligen delmodellen POP, är två komma-separerade textfiler. Data är specialanpassade att kunna användas med trafikmodellen LuTRANS utan ytterligare bearbetning av data. Den första filen innehåller befolkningen per trafikzon uppdelat på samma 19 åldersklasser som återfinns i tabellen SAMSSYSS. Uppdelning per kön finns dock endast för den totala befolkningen per trafikzon. I den andra filen återfinns bland annat sysselsatt nattbefolkning (uppdelat på 18-20 år respektive 20-64 år) samt antal arbetsplatser (sysselsatt dagbefolkning). Förutom dessa data finns några fler data som används av LuTRANS.

För att kunna använda LuSIM-resultat som markanvändningsdata i Sampers måste utdata från LuSIM skrivas in i en SAMS-databas. Detta torde gå att genomföra relativt enkelt på ett automatiserat sätt. Dock så måste några antaganden göras, exempelvis om hur bransch-sammansättningen i trafikzonerna förändras och hur könsfördelningen ser ut för respektive åldersklass. Ett antagande, som ofta men inte alltid är rimligt, är att anta oförändrade sammansättningar och fördelningar. Att utveckla ett program för automatiserad överföring av LuSIM-resultat till en SAMS-databas torde röra sig om några få veckors arbete.

För att använda LuSIM tillsammans med Sampers är det dessutom viktigt att tillgänglighetsdata (räknat som så kallad logsumma) på trafikzonsnivå kan exporteras från Sampers. Dessa används sedan i LuSIM för lokalisering av befolknings och arbetsplatser så som beskrivits ovan. I vilken mån det finns möjlighet att göra detta idag och, om inte, vilka utvecklingsinsatser som skulle krävas för att möjliggöra detta är inte fullständigt känt för författarna.

### **Tillvägagångssätt för att använda LuSIM**

Eftersom LuSIM inte har estimerade parametrar kan inte en prognos av markanvändningseffekter av förändrad tillgänglighet, till exempel på grund av ett nytt vägobjekt, beräknas i ordets egentliga mening. Istället kan LuSIM användas på två olika sätt. Ett alternativ är att använda parametrar som motsvarar en förväntad planeringsfilosofi för den aktuella tidsperioden. Denna kan till exempel ta stöd i historisk utveckling eller antagna politiska planer. Ett annat angreppssätt är att spänna upp utfallsrummet genom att använda två diametralt olika planeringsfilosofier. De två filosofierna skulle kunna vara en filosofi med gles tillkommande bebyggelse med stor andel villa där också verksamheter lokaliseras spritt med stor vikt på biltillgänglighet. Den andra filosofin skulle kunna vara en tät tillkommande bebyggelse med stor andel flerfamiljshus som inte påverkas så mycket av biltillgängligheten där också verksamheter lokaliseras centralt. För den förstnämnda planeringsfilosofin är det troligt att vägobjektet får en större inverkan på den framtida markanvändningen. För att undersöka två olika filosofier måste, så klart, två olika körningar med LuSIM göras med respektive utan det aktuella vägobjektet, vilket ger totalt fyra körningar.

Det finns vissa förutsättningar som måste vara uppfyllda innan LuSIM kan användas. Prognosåret måste vara känt så att det är klargjort hur många års tillskott av befolkning och arbetsplatser som ska lokaliseras med hjälp av LuSIM. Antal år spelar bland annat roll för modellens beräknade utbud av mark i respektive zon som innebär en viss procentandels förtätning per år. Dessutom spelar antalet år roll för beräkningen av omflyttningen.

Antal tillkommande boende och arbetsplatser på aggregerad nivå som ska lokaliseras måste vara känt. Den aggregerade nivån är i nuvarande LuSIM:s länsnivå, men det skulle även kunna vara kommunnivå.

För att använda LuSim måste en rad steg genomföras. Nedan beskrivs dessa i punktform.

1. Trafikmodellkörning med trafiknät enligt JA (jämförelsealternativ) och med nuläget markanvändning (dvs nuläget lokalisering av befolkning och arbetsplatser). Detta ger trafiksystemdata (tillgängligheter) som kan användas för att med LuSIM lokalisera tillkommande befolkning och arbetsplatser givet

att objektet inte byggs. Lokaliseringen med LuSIM sker givet en viss antagen planeringsfilosofi.

2. Trafikmodellkörning med trafiknät enligt UA (utredningsalternativ) och med nuläget markanvändning. Detta ger trafiksystemdata (tillgängligheter) som kan användas för att med LuSIM lokalisera tillkommande befolkning och arbetsplatser givet att objektet byggs. Eftersom det aktuella vägobjektet är med i trafikmodellkörningen kommer tillgängligheterna vara annorlunda i detta fall än vad de är i steg 1. Lokaliseringen med LuSIM sker givet samma antagna planeringsfilosofi som i steg 1.
3. Skillnaden i befolkning och arbetsplatser i respektive trafikzon mellan steg 1 och steg 2 är den inverkan som LuSIM ansätter på grund av den förändrade tillgänglighet som det aktuella vägobjektet beräknas ge.
4. Trafikmodellkörning med trafiknät enligt UA och med den framtida markanvändningen från steg 1. Detta ger trafiksituationen givet att det aktuella vägobjektets inverkan på lokaliseringen av befolkning och sysselsatta inte har beaktats.
5. Trafikmodellkörning med trafiknät enligt UA och med den framtida markanvändningen från steg 2. Detta ger trafiksituationen givet att det aktuella vägobjektets inverkan på lokaliseringen av befolkning och sysselsatta har beaktats.
6. Skillnaden mellan resultaten från steg 4 och steg 5 är den extra inducerade trafik som uppstått på grund av de beräknade förändringarna i lokaliseringen orsakade av det aktuella objektet.
7. För att beräkna det aktuella vägobjektets samhällsekonomiska lönsamhet med respektive utan att ta lokaliseringseffekter i beaktande används helt enkelt resultaten från steg 4 respektive steg 5. Dessa motsvarar två olika utredningsalternativ. Som jämförelsealternativ måste en trafikmodellkörning göras med markanvändningen som beräknats i steg 1 tillsammans med trafiknät enligt JA.

Man skulle också kunna använda skillnaden i markanvändning som beräknats i steg 3 och applicera denna på en annan framtida markanvändning, en utgångsmarkanvändning, om det finns en sådan som man vill utgå ifrån. De trafikmodellkörningar som görs för att beräkna samhällsekonomiska effekter av ett infrastrukturobjekt har ju en antagen framtida markanvändning i botten. Det kan därför vara intressant att låta LuSIM beräkna ändringar av denna. För att uppnå så stor konsistens som möjligt är det fördelaktigt om den markanvändning som beräknats i LuSIM i steg 1 ovan inte skiljer sig för mycket mot utgångsmarkanvändningen. Om det är alltför stora skillnader tyder detta på att det är en väsentligt annorlunda planeringsfilosofi som ligger bakom utgångsmarkanvändningen än vad som använts i LuSIM. I ett sådant fall skulle den allmänna bebyggelseutvecklingen ha skrivits fram med en planeringsfilosofi och effekterna på grund av det aktuella objektet med en helt annan.

Man kan också tänka sig att jämföra olika scenarier med samma trafiknät (det nya objektet med i flera scenarier) där man låser vissa lägen (trafikzoner) för exploatering. Då kommer LuSIM att fördela tillkommande befolkning och arbetsplatser till andra lägen på ett konsistent sätt.

## Resursåtgång

Att använda LuSIM i samband med samhällsekonomiska utredningar av vägobjekt, eller spårobjekt, innebär att antalet trafikmodellkörningar som måste göras ökar från två (UA och JA) till fyra (2 med UA-nät och 2 med JA-nät). Dock så är skillnaderna mellan de olika UA- respektive JA-körningarna enbart att markanvändningen är annorlunda. Därför ökar resurs- och tidsåtgången med långt mindre än en fördubbling. Till de två extra trafikmodellkörningarna kommer två körningar med LuSIM och en uppdatering av markanvändningen (tabellerna SAMSSYSS och SAMSDAG i SAMS-databasen). LuSIM har en betydligt snabbare omloppstid än Sampers (LuSIM går runt på cirka en timme) och om uppdateringen av SAMS-databasen automatiseras blir även det en snabbt steg i processen. Därför borde den totala resurs- och tidsåtgången som går åt för att ta fram trafikprognoserna öka med klart mindre än 100 procent trots att antalet trafikmodellkörningar fördubblas.

## Att tänka på vid användande av LuSIM

Valet av prognosår blir viktigare när markanvändningseffekter beaktas. Lokaliseringseffekter på grund av förändrad tillgänglighet är en mycket långsammare process än trafikeffekter på grund av förändrad tillgänglighet.

LuSIM har som tidigare konstaterats inte estimerade parametrar. Detta medför att man får lokaliseringen givet en viss antagen planeringsfilosofi. Man får inte en prognos i ordets egentliga mening.

Vid utvecklingen av LuSim låg fokus på att använda modellen på en regional skala. Det har egentligen aldrig provats vad som händer om man gör analysen för mer lokala objekt och går in och låser vissa områden (trafikzoner) för exploatering.

För fallet med en förbifart är till exempel externhandel intressant. Dock finns ingen uppdelning på olika verksamhetstyper i LuSIM (modellen arbetar bara med begreppet arbetsplatser). Externhandel lokaliseras i modellen efter samma kriterier som alla andra arbetsplatser och man måste manuellt avgöra var just tillkommande handel finns.

Det gäller att trafikzonerna i det intressanta området är tillräckligt finfördelade att fånga in potentiella markanvändningseffekter.

## Fallstudie: Helsingborg-Helsingör-förbindelsen

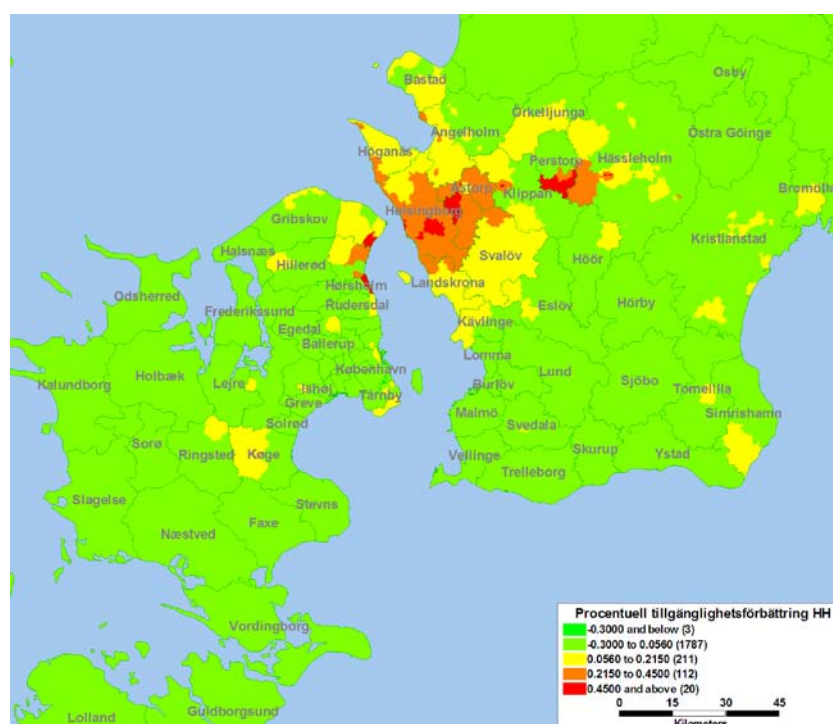
Två alternativ har undersökts: Båda gäller år 2050 och har samma trafiknät som inkluderar en fast väg- och spårförbindelse mellan Helsingborg och Helsingör (HH-förbindelsen). HH-förbindelsen antas vara färdigställd år 2025. Skillnaden mellan alternativen är huruvida den tillgänglighetseffekt som HH-förbindelsen medför beaktas vid lokaliseringen av tillkommande befolkning och arbetsplatser under åren 2025-2050. I utredningsalternativet (UA) beaktas denna tillgänglighetseffekt i lokaliseringen medan den inte beaktas i jämförelsealternativet (JA). Lokaliseringen av den tillkommande befolkningen har i båda alternativen gjorts utifrån tillgänglighet mätt som logsumma. En högre tillgänglighet i ett område medför att sannlikheten för lokalisering i detta område är högre. Logsumman är ett viktat medelvärde av den generaliserade reskostnaden med samtliga färdmedel till samtliga målpunkter, där färdmedel och målpunkter viktas efter hur attraktiva de är. Logsumman beskriver således möjligheten för en genomsnittlig individ i ett område att nå olika önskvärda målpunkter, som till exempel arbetsplatser, inom en rimlig tid och kostnad. Man kan

också formulera det som den genomsnittliga nyttan med att göra en resa från ett område.

Analyserna har gjorts med trafikmodellen LuTRANS och lokaliseringsmodellen LuSIM som ett integrerat modellpaket. Detta integrerade modellpaket har utvecklats inom VISÖ – Visualisering av infrastruktur och Hållbar stadsutveckling som är ett EU-strukturfondprojekt inom Interreg IV-A Skagerack - Kattegatt - Öresund.

Den totala mängden tillkommande befolkning och arbetsplatser i Skåne respektive Själland är densamma i de båda alternativen. En utveckling för befolkning och sysselsättning som ligger i linje med de antaganden som gjordes i projektet ÖRIB<sup>13</sup> fram till och med 2045 har använts. I hela Öresundsregionen antas befolkningen öka med cirka 640 000 personer fram till år 2050, varav drygt 415 000 i Skåne. Det antagna sysselsättningstillskottet är knappt 200 000 arbetstillfällen i Öresundsregionen varav knappt 90 000 i Skåne.

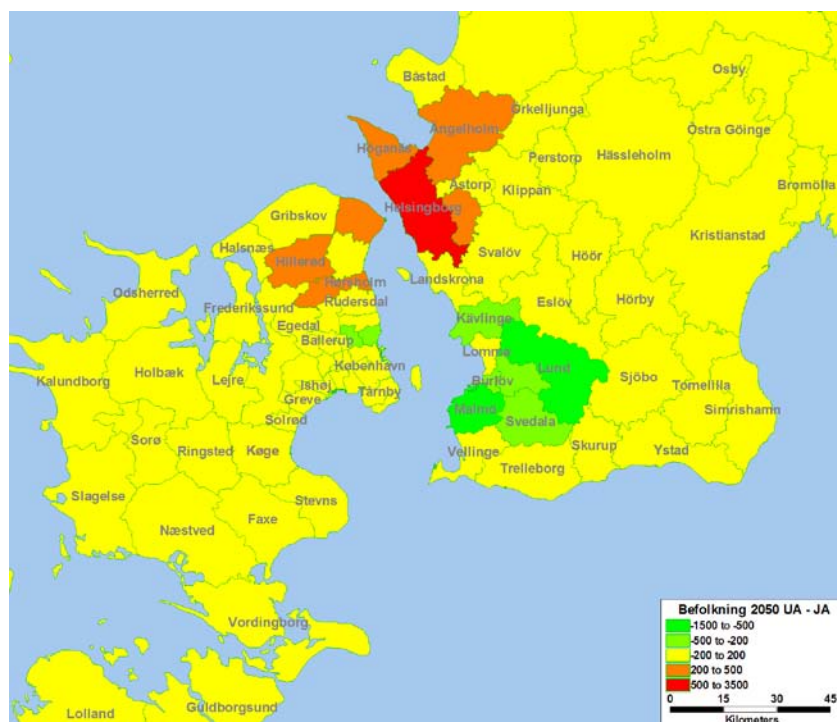
I Figur 4 visas den beräknade procentuella tillgänglighetsförbättringen av HH-förbindelsen. Den största förbättringen fås runt Helsingborg och Helsingör, men förbättringarna sträcker sig också längre österut i Skåne där Stationslägena i Klippan, Perstorp och Hässleholm syns särskilt.



Figur 5-4 Procentuell tillgänglighetsförbättring (logsumma) som HH-förbindelsen ger

I Figur 5-5 visas den modellerade befolkningsskillnaden mellan alternativen på kommunnivå.

<sup>13</sup> Öresundsregionens Infrastruktur og Byudvikling, ÖRIB. Materialet finns tillgängligt på IBU:s hemsida, [www.ibu-oresund.se](http://www.ibu-oresund.se). Infrastruktur och byutveckling i Öresundsregionen, IBU.



Figur 5-5 Skillnad i befolkning på kommunnivå år 2050 mellan de två analyserade alternativen

Den största ökningen av befolkningen på grund av den tillgänglighetseffekt som HH-förbindelsen medför beräknas inträffa i Helsingborgs kommun som ökar med 3200 personer i UA jämfört med JA. Den totala befolkningen i regionen antas vara densamma i UA och JA. Det medför att det förutom kommuner som får en större befolkningsökning i UA än i JA också finns kommuner som beräknas få en mindre befolkningsökning i UA än i JA. Den största minskningen i UA jämfört med i JA beräknas ske i Lund (minus 1500 personer) och Malmö (mins 900 personer). Jämfört med år 2005 får dock dessa två kommuner stora befolkningstillskott i JA såväl som UA, se Tabell 5-2 som visar arbetsplatser och befolkning i Helsingborg, Malmö och Lund år 2005 samt för UA och JA år 2050. Den relativa skillnaden i befolkning och arbetsplatser i dessa kommuner (och även de andra för vilka de absoluta skillnaderna är mindre) mellan UA och JA är liten. I Helsingborg ökar till exempel befolkningen med cirka 2 % i UA jämfört med i JA. Därför är det rimligt att också analyserna också kommer att visa på små relativa skillnader i flöden mellan JA och UA.

Tabell 5-2 Befolkning och arbetsplatser i Helsingborg, Lund och Malmö år 2005 och 2050 (JA och UA)

Kommun	AP 2005	BEF 2005	AP 2050 JA	BEF 2050 JA	AP 2050 UA	BEF 2050 UA
Helsingborg	58 900	121 600	64 000	158 300	64 800	161 500
Lund	59 000	101 700	80 200	191 100	79 600	189 600
Malmö	133 600	270 000	166 600	371 400	166 200	370 500

Skillnaden i folkmängd mellan UA och JA kan också beräknas per regiondel i Skåne. De fyra regiondelarna i Skåne visas i Figur 5-7.



Figur 5-6 Skånes regiondelar

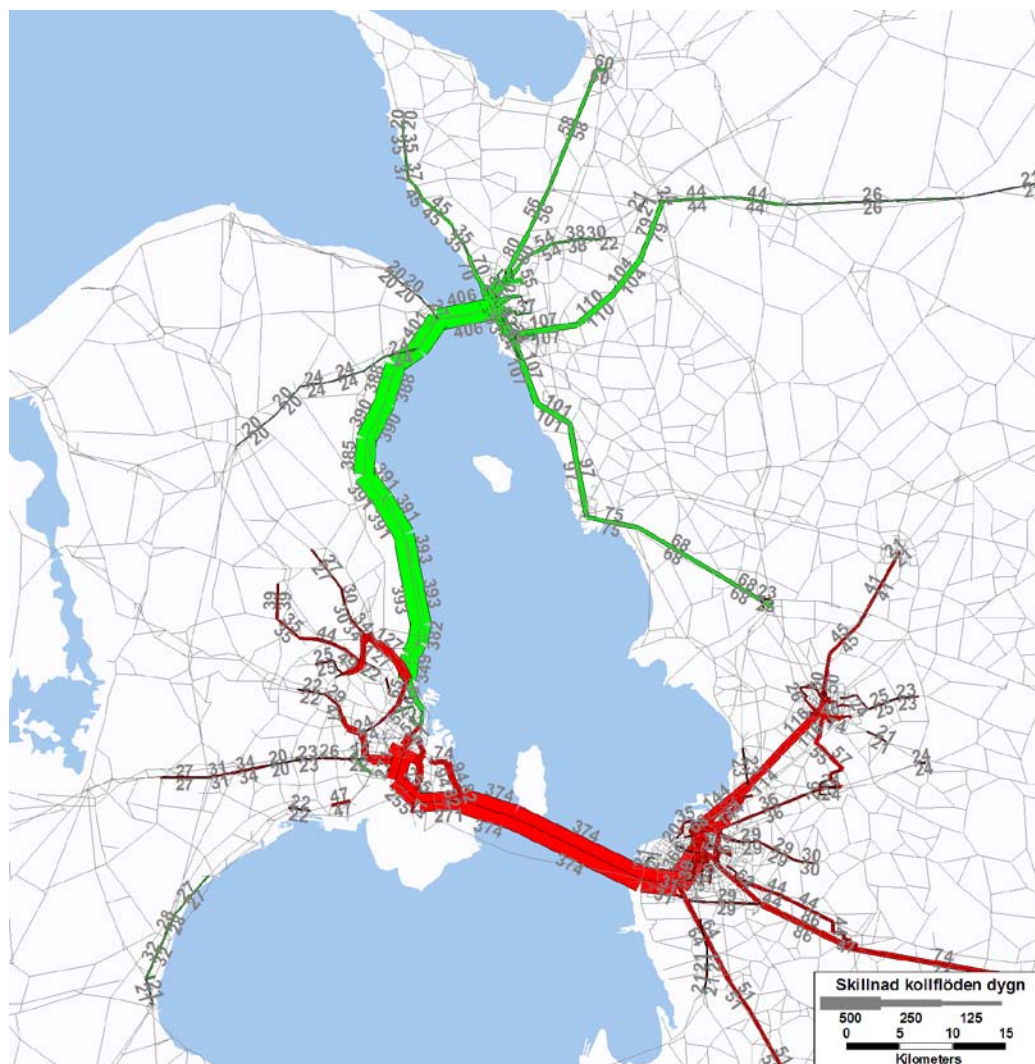
I analyserna ökar folkmängden i Nordväst med cirka 4300 personer i UA jämfört med i JA medan den minskar med 4000 i Sydväst, 400 i Sydost och ökar med 100 i Nordost. För antalet tillkommande arbetsplatser per regiondel är förändringarna mindre. Nordväst får en ökning på runt 1000 arbetsplatser varav 800 i Helsingborg medan Sydväst får en minskning på 1100. Minskningen i Sydväst är fördelad på -400 i Malmö, -600 i Lund och -200 sammanlagt i de övriga kommunerna i Sydväst. För Nordost och Sydost är det mindre förändringar, plus 400 för Nordost och minus 300 för Sydost. Se Tabell 5-3 för samtliga siffror.

Tabell 5-3 Befolkning och arbetsplatser uppdelat på regiondelarna år 2005 samt UA och JA 2050.

Regiondel	BEF 2005	BEF 2050 JA	BEF 2050 UA	BEF UA - JA
Nordväst	302 100	381 700	386 000	4 300
Sydväst	586 100	867 500	863 500	-4 000
Nordost	184 400	224 100	224 200	100
Sydost	90 700	106 100	105 700	-400
Skåne totalt	1 163 300	1 579 400	1 579 400	0

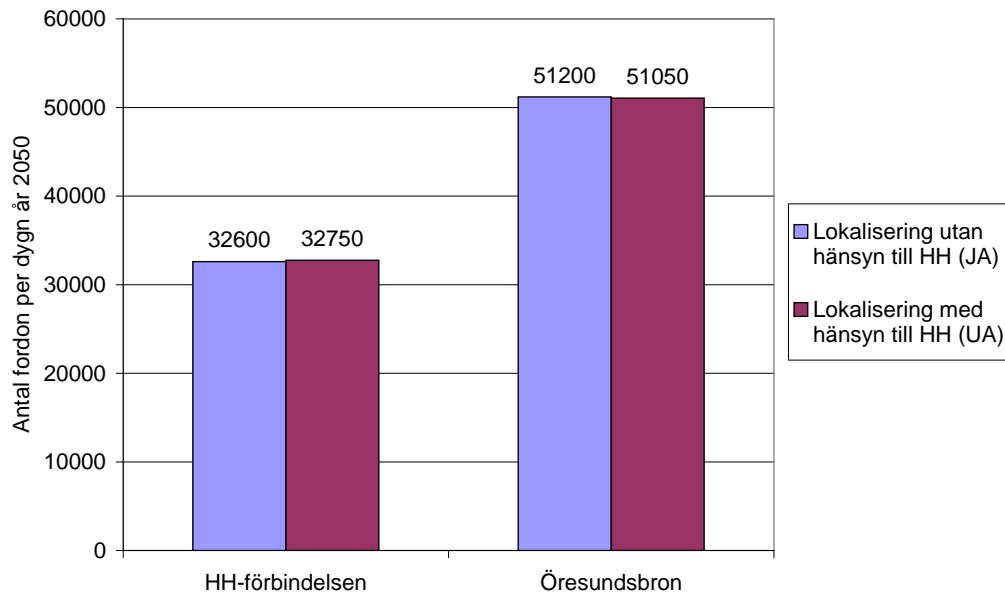
Regiondel	AP 2005	AP 2050 JA	AP 2050 UA	AP UA - JA
Nordväst	125 900	137 600	138 600	1 000
Sydväst	260 500	332 400	331 300	-1 100
Nordost	79 500	83 100	83 500	400
Sydost	33 300	34 700	34 400	-300
Skåne totalt	499 200	587 800	587 800	0

I Figur 5-8 visas skillnaden i kollektivtrafikflödena per dygn mellan alternativen. Grön färg innebär att flödena är större i UA medan röd färg innebär att de är mindre i UA. I UA ökar dygnflödena i kollektivtrafiken över HH-förbindelsen med cirka 800 resande jämfört med i JA. På Öresundsbron fås istället en minskning på 750 resande per dygn. Det sker med andra ord främst en överflyttning av resande från Öresundsbron till HH-förbindelsen i UA, och bara en liten ökning av det totala flödet över sundet.



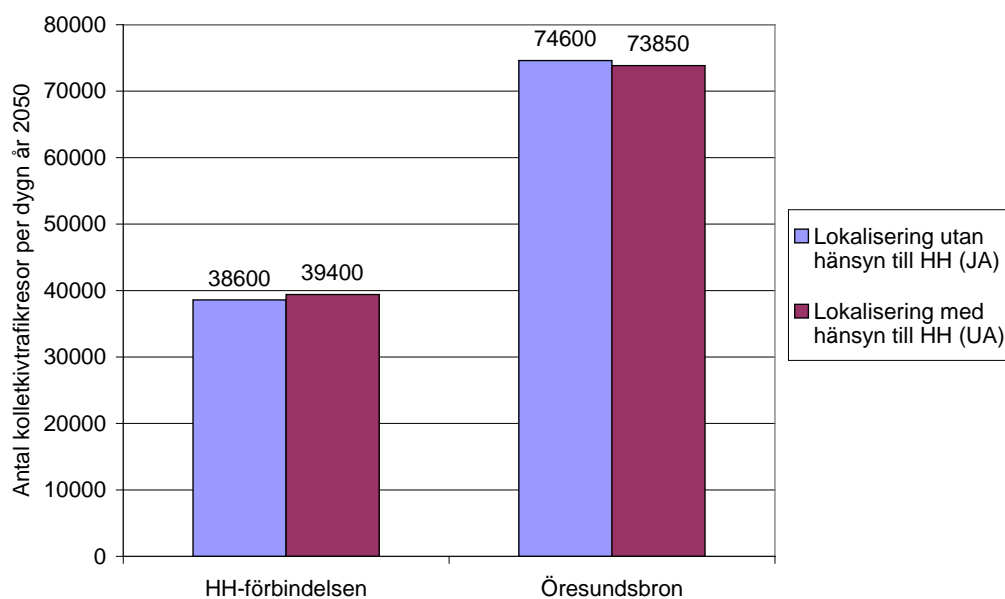
Figur 5-7 Skillnad i kollektivtrafikflöden per dygn mellan alternativen. Grön färg innebär att flödena är större i UA medan röd färg innebär att de är mindre i UA

Figur 5-9 visar antal vägfordon som åker över HH-förbindelsen respektive Öresundsbron per dygn i de två alternativen. I UA sker det en överflyttning av cirka 150 fordon per dygn från Öresundsbron till HH-förbindelsen. Sett till de totala dygnflödena är överflyttningen liten, mindre än 0,5 %



Figur 5-8 Antalet vägfordon som åker över HH-förbindelsen respektive Öresundsbron per dygn i UA respektive JA

I Figur 5-10 visas antalet kollektivtrafikresor per dygn över HH-förbindelsen respektive Öresundsbron i de två alternativen. I UA ökar antalet kollektivtrafikresor över HH-förbindelsen med 800 per dygn medan resandet minskar med 750 per dygn på Öresundsbron. Ökningen på HH-förbindelsen är cirka 2 %, vilket är ungefär samma relativa ökning som för befolkningen i Helsingborgs kommun.



Figur 5-9 Antalet kollektivtrafikresor per dygn över HH-förbindelsen respektive Öresundsbron i UA respektive JA

Sammantaget är den beräknade effekten på resandet som fås av den modellerade lokaliseringseffekten liten. Den tillgänglighetseffekt som fås av HH-förbindelsen resulterar enligt modellen i små befolknings- och arbetsplatsomflyttningar, sett ur ett regionalt perspektiv. Därför blir också trafikeffekterna av denna lokaliseringsförändring små.

HH-förbindelsen är speciell i det avseende att det inte är möjligt att lokalisera någon bebyggelse längs med vägen/järnvägen. Där skiljer sig den mot till exempel en förbifart som helt byggs på land där av- och påfarter längs med sträckningen kan byggas till vid ett senare tillfälle i samband med exploatering av marken där.

Om man tror på tillgänglighet som en avgörande faktor för den regionala lokaliseringen av arbetsplatser och bostäder så har den befintliga strukturen (trafiksystem och befintliga bostäder och arbetsplatser) en stor betydelse. Där tillgängligheten idag är god kommer den också att vara det i framtiden. Därmed får också dessa delar stora tillskott av tillkommande bebyggelse. Trots att HH-förbindelsen påtagligt ökar tillgängligheten i, främst, Nordvästra Skåne är den fortfarande bättre i Malmö-Lund-området. Därför får detta område det största tillskottet av befolkning och arbetsplatser i både JA och UA.

### **5.3. Markovkedjor**

#### **Bakgrund till föreslagen metod**

Det dynamiska samspelet mellan markanvändning och trafik beskrevs första gången av Mitchell & Rapkin 1954 i boken *Urban Traffic – A Function of Land Use*<sup>14</sup>. Vid varje given tidpunkt ger den existerande markanvändningen upphov till transportbehov (krav på att resa för att komma till till arbete, skola etc) och transportefterfrågan (önskemål om att ta del av utbud, möta vänner etc). Stadens bebyggelsemönster skapar m a o strukturellt tvungna respektive strukturellt möjliga förflyttningar. Över tid förändras markanvändningen till följd av ett stort antal faktorer som samverkar på ett mycket komplext och svårgripbart sätt; men ny transportinfrastruktur är ett så gott som alltid ett nödvändigt men inte tillräckligt villkor.

Av dessa skäl kunde man tro att det skulle finnas en lång tradition inom stadsbyggandet och trafikplaneringen att utveckla och använda integrerade modeller. Så är emellertid inte fallet. Kunskapsfältet har alltid varit perifert jämfört med utvecklingen av teorier och modeller som prognostiserar olika aspekter av transportefterfrågan baserat på en exogent given framtida markanvändning (planlagd eller spontan). Inom ämnet stadsplanering, där intresset en gång startade, förekommer idag mycket begränsad FoU på området.

Skälet till det begränsade intresset kan sammanfattas med:

- Extremt hög grad av komplexitet – helt enkelt ett genuint elakt problem.
- Extremt databeroende - nya data krävs för varje ny plats.
- Tids- och kostnadskrävande att tillämpa på en ny plats.

---

<sup>14</sup> New York: Columbia University Press.

- Stora problem med överförbarheten; d v s otillförlitliga resultat vid test på andra platser än de kalibrerats på.<sup>15</sup>
- Den fysiska planeringen i svenska städer sker i praktiken i den mindre skalan – i form av sk ”frimärksplaner. Region- och översiktsplaner används lite och är inte styrande.

### Slutsatser

- Sannolikheten att integrerade modeller skulle kunna utvecklas för att svara på objektsanalysens krav på låg kostnad och relevant output är liten.
- Behovet är snarare att ta fram modellverktyg som ger en hygglig indikation på vad som kan förväntas i form av bebyggelseutveckling (aggregerad SNI nivå samt bostäder uppdelat på flerbostadshus och småhus) under såg 10 - 30 år.
- När det gäller markanvändningsförändringar kring förbifarter och stora leder finns inget behov av att försöka fastställa exakt var vilken typ av verksamhet kan komma att lokaliseras.
- Eventuellt behov av bedömning av tillväxttakt (invånare-bostadsbehov, arbetstillfällen – behov av lokaler för handel, service etc. samt helt nya företeelser – (jmf explosionen av externhandel sedan ca 1990) i staden/stadsregionen bör ligga utanför modellen.
- Trafikalstringen (inkl buller, säkerhet etc.) av sannolik bebyggelseutveckling beräknas med SAMPERS och SAMGODS (eller motsvarande).
- Lokaliseringseffektens positiva och negativa sidor beskrivs dels i termer av icke prissatta effekter och måluppfyllnad (idealt) och dels av i prissatta (t ex Samkalk).

### Förutsättningar

Vi vill kunna förutsäga nyetableringar av olika verksamheter och bostäder inom en specificerad zon längs en förbifart som kommer att byggas. De olika verksamheterna som vi tittar på har varsin SNI-kod. Med hjälp av SNI-koden kan vi skilja verksamheterna åt.

I det vägverksfinansierade projektet Förändringar i stadens markanvändning till följd av förbifarter<sup>16</sup> valde vi att kategorisera verksamheter utifrån det karaktäristiska för

---

<sup>15</sup> För en utförlig analys se tex The Saga of Integrated Land Use-Transport Modeling: How Many More Dreams Before We Wake Up? Harry Timmermans. Eindhoven University of Technology. Conference keynote paper, Moving through nets: The physical and social dimensions of travel. 10th International Conference on Travel Behaviour Research. Lucerne, 10-15. August 2003.

<sup>16</sup> Se Förändringar i stadens markanvändning till följd av förbifarter – sammanfattning. ISSN 1650-6340 2001:5. Publikationer, Chalmers tekniska högskola.

deras trafikgenerering och attrahering. Det resulterade i följande 9 verksamhetskategorier och två bostadskategorier:

- Partihandel
- Detaljhandel och service för motorfordon
- Icke uppsökande hantverk och service
- Kontorslik service och försäljning av tjänster
- Övrig detaljhandel
- Tillverkande företag
- Transporter övrig
- Transportföretag, fjärtrafik
- Uppsökande hantverk och service
  
- Bostäder
  - Flerfamiljshus
  - Småhus

I projektet utvecklades en GIS baserad teknik för att med hjälp av disaggregerade data (på koordinat eller adress) beskriva och analysera den bebyggelseutveckling (årsvis) som sker efter det att en förbifart öppnas (år).

Modellutvecklingen som beskrivs i det följande bygger vidare på den tekniken, samt baseras dels på den empiri som togs fram i det projektet dels på nyinköpt empiri av motsvarande slag från SCB.

## **Markovkedja som metod**

En markovkedja är en förutsägelse av framtiden. Det som behövs för att kunna göra denna förutsägelse är en matris med sannolikheter (s.k. sannolikhetsmatris) och ett starttillstånd. Sannolikhetsmatrisen bygger på det statistiska materialet vi har i grundförutsättningarna. Mer om hur detta material tas fram under rubrik ”3 Skapande av sannolikhetsmatris”. Poängen med en markovkedja är att vi utifrån tidigare erfarenheter (sannolikhetsmatrisen) och ett starttillstånd (de senaste nyetableringar) kan vi förutsäga framtiden.

Vi kan alltså skapa en markovkedja och därmed förutsäga framtiden om vi har:

- Statistiska data ifrån tidigare förbifarter (skapar modellen)
- Antal nyetableringar, ett par år bakåt i tiden, för en ny planerad förbifart.

## **Tillstånd i en markovkedja**

Den statistik som en markovkedja bygger på är sannolikhetsmatrisen. Sannolikhetsmatrisen har i sin tur ett visst antal tillstånd som man själv bestämmer. Tillstånden i vårt fall är antalet nyetableringar som skiljer sig ifrån år till år. Det enklaste fallet är tillstånden ”ingen nyetablering under detta år” eller ”minst en

nyetablering under detta år”. Perioden i detta fall är därmed ett år, men kan lika gärna vara t.ex. fem år om det är mer relevant.

### Exempel på skapande av en sannolikhetsmatris

Antar att vi har en historisk serie över sex år, med data för antalet nyetableringar för varje enskilt år.

År	Antal nyetableringar
1	0
2	0
3	1
4	1
5	0
6	2

Som tidigare nämnts är det enklaste fallet är tillstånden ”ingen nyetablering under detta år” eller ”minst en nyetablering under detta år”. Vi kallar tillstånden för  $[0, 1+]$ . Sannolikhetsmatrisen har då fyra möjliga fall. Det första fallet är att tillstånden mellan två år är inga nya etableringar alls d.v.s. 0 leder till 0, skrivs som  $0 \rightarrow 0$  (t.ex. år 1 till år 2 är  $0 \rightarrow 0$ ). Nästa fall är att det blir en nyetablering efter ett år där inga nyetableringar skedde året innan d.v.s. 0 leder till 1, skrivs som  $0 \rightarrow 1$  (t.ex. år 2 till år 3 är  $0 \rightarrow 1$ ). Nästa fall är två år med varsin nyetablering i rad, skrivs som  $1 \rightarrow 1$  (t.ex. år 3 till år 4 är). Det sista fallet är en nyetablerings följs av ingen ny etablering, skrivs som  $1 \rightarrow 0$  (t.ex. år 4 till år 5). Sedan räknar vi alla förekomster av de fyra fallen ( $0 \rightarrow 0, 0 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 0$  och  $1 \rightarrow 1$ ).

År	Antal nyetableringar	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1+$	$1+ \rightarrow 0$	$1+ \rightarrow 1+$
1	0				
2	0	1			
3	1		1		
4	1				1
5	0			1	
6	2		1		

När vi har skapat vår tabell ovan summerar vi ihop antalet förekomster för de fyra olika kategorierna ( $0 \rightarrow 0, 0 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 0$  och  $1 \rightarrow 1$ ), dessa summerade värden används sedan för att skapa en sannolikhetsmatris.

## Skapande av sannolikhetsmatris

För att skapa en sannolikhetsmatris måste man först bestämma vilka tillstånd matrisen skall uttrycka. De tillstånd som finns är hur antalet nyetableringar har ändrat sig ifrån en period (t.ex. ett år eller fem år) till en nästa period.

Om vi använder oss av exemplet under punkt 2.2 och summerar ihop antalet förekonster av de fyra olika kategorierna ( $0 \rightarrow 0$ ,  $0 \rightarrow 1$ ,  $1 \rightarrow 0$  och  $1 \rightarrow 1$ ) får vi:

År	Antal nyetableringar	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1+$	$1+ \rightarrow 0$	$1+ \rightarrow 1+$
1	0				
2	0	1			
3	1		1		
4	1				1
5	0			1	
6	2		1		
Summa		1	2	1	1

En sannolikhetsmatris är uppbyggd av rader och kolumner. Varje rad i matrisen skall alltid ha sannolikheten 100 % för att sannolikheten att något fall inträffar är naturligtvis alltid 100 %. Dock brukar man i matematiska sammanhang skriva 1 istället för 100 % eftersom det är samma sak (procent betyder per hundra) och man slipper ha med procenttecken.

Följande matris skall vi skapa:

$$\begin{pmatrix} 0 \rightarrow 0 & 0 \rightarrow 1 \\ 1 \rightarrow 0 & 1 \rightarrow 1 \end{pmatrix}$$

Värdet som skall stå i varje cellruta är tillståndsförändringen (t.ex.  $0 \rightarrow 0$ ) delat med summan av alla tillståndsförändringar som börjar med samma startvärde (t.ex. 0 för  $0 \rightarrow 0$  och  $0 \rightarrow 1$ )

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{2}{3} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

Anledningen till att vi delar med 3 i rad ett är att antalet fall som börjar med noll ( $0 \rightarrow 0/1+$ ) är åren 2, 3 och 6. Medan vi delar med 2 i rad två för att antalet fall som börjar med 1 ( $1 \rightarrow 0/1+$ ) är åren 4 och 5.

I en sannolikhetsmatrix räknar man ut bråken till decimaltal och använder sig av dem istället. Följande exempelmatrix ovan, med två decimaler, blir då:

$$\begin{pmatrix} 0.33 & 0.67 \\ 0.50 & 0.50 \end{pmatrix}$$

Nu har vi skapat en sannolikhetsmatrix för nyetableringar. Naturligtvis är antalet perioder betydligt fler i verkligheten och en period måste inte heller vara ett år, utan kan lika gärna vara exempelvis fem år.

### De olika sannolikhetsmatrixerna vi har använt

I vår utredning av huruvida Markovkedjor är ett bra verktyg för att kunna förutsäga framtiden när en förbifart byggs har vi valt att använda oss av tre olika sannolikhetsmatrixer. Anledningen till detta är att olika intervall är lämpliga för olika kriterium (markanvändningar/verksamhetstyper). Och oftast kan man inte förutse det exakta värdet, men man kan förutsäga att värdet sannolikt kommer att vara inom ett intervall.

De tillstånd vi har valt att använda oss av är  $[0, 1+]$ ,  $[0, 1, 2+]$  och  $[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]$ . Anledningen till att vi just valde dessa tillstånd är att vi anser att de passar väl för att spegla verkligheten. Man kan naturligtvis använda sig av helt andra tillstånd om man så önskar.

### Smälta ihop data ifrån flera städer

För att få ett så bra statistiskt material som möjligt vill man ha ett stort grunddata att basera sin sannolikhetsmatrix på. Då bör man basera sin sannolikhetsmatrix på data från flera städer. Viktigt att tänka på är att om man väljer att slå ihop data ifrån flera städer måste man anpassa hur tungt varje stad skall väga. Men hur tungt en stad väger menas hur stor genomslagskraft den har. Om vi antar att vi har vårt exempel ovan med data ifrån sex år, och så har vi en annan stad med data ifrån tolv år. Då skall staden med data ifrån tolv år väga dubbelt så tungt som staden med sex år i skapandet av en sannolikhetsmatrix (för tolv är dubbelt så stort som sex).

Antag att vi har räknat fram en sannolikhetsmatrix för stad två, staden med data ifrån tolv år och den ser ut enligt följande:

$$\begin{pmatrix} 0.30 & 0.70 \\ 0.45 & 0.55 \end{pmatrix}$$

Då kan vi inte bara rakt av ta medelvärdet av de båda matrixerna och slå ihop dem, eftersom staden med tolv år väger tyngre. Istället skall varje värde viktas. Viktningen går till enligt följande: varje värde i matrixen består av motsvarande värde ifrån alla städer multiplicerat med antalet år. Detta värde delas sedan med summan av alla år för alla städer.

$$\begin{pmatrix} 0.33 & 0.67 \\ 0.50 & 0.50 \end{pmatrix}_{6 \text{ år}} \begin{pmatrix} 0.30 & 0.70 \\ 0.45 & 0.55 \end{pmatrix}_{12 \text{ år}} = \begin{pmatrix} \frac{0.33 \cdot 6 + 0.30 \cdot 12}{6 + 12} & \frac{0.67 \cdot 6 + 0.70 \cdot 12}{6 + 12} \\ \frac{0.50 \cdot 6 + 0.45 \cdot 12}{6 + 12} & \frac{0.50 \cdot 6 + 0.55 \cdot 12}{6 + 12} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{5.58}{18} & \frac{12.42}{18} \\ \frac{8.40}{18} & \frac{9.60}{18} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.31 & 0.69 \\ 0.47 & 0.53 \end{pmatrix}$$

Nu har vi räknat ut ett viktat medelvärde för två städer. Om vi har fler städer än två blir det bara fler produkter (produkt i betydelsen multiplikation mellan två tal) mellan varje cell i matrisen.

## Förutsägelse av framtiden med hjälp av markovkedja

Beroende på vilket starttillstånd vi har kommer förutsägelserna att variera. Som beskrivet i avsnitt 2, krävs en matris med sannolikheter, s.k. sannolikhetsmatris, och ett starttillstånd för att kunna göra denna förutsägelse om framtiden.

För att göra en framtida förutsägelse skall vi matrismultiplicera starttillståndet med sannolikhetsmatrisen. Då får vi sannolikheterna för nästa period.

### Matrismultiplikation

Matrismultiplikation är när man multiplicerar två matriser med varandra. Matrismultiplikation är mer komplicerat än vad som beskrivs nedan, men nedan räcker för att kunna utföra beräkningarna i vårt fall. Teorin bakom lämnar vi till den intresserade att ta reda på.

#### *Starttillstånd*

Starttillstånd (eller startmatris) är vilket tillstånd en förbifart befinner sig i när vi vill förutse dess utveckling trafikmässigt. I vårt fall ställer vi frågan: "Skedde det några nyetableringar året innan förbifarten stod klar?" Om det gjorde det skall vi ha en startmatris som uttrycker det eller tvärtom om inga nyetableringar skedde förra året skall startmatrisen uttrycka det. Eftersom vi har tillståndet  $[0, 1+]$  är det precis detta vi skall uttrycka i vår startmatris.

$$(0 \quad 1 \quad +)$$

Om vi antar att inga nyetableringar skedde under förra året skall vi med starttillståndet visa att det var 100 % sannolikhet att inga nyetableringar skedde, d.v.s.

$$(1 \quad 0)$$

Om det däremot skedde minst en nyetablering skall vi uttrycka att det var 100 % sannolikhet att det byggdes nyetableringar förra året, d.v.s.

$$(0 \quad 1)$$

#### *Matrismultiplicera starttillståndet med sannolikhetsmatrisen*

När man genomför en matrismultiplikation måste dimensionen stämma för att den skall gå att göra, i vårt fall kommer den alltid att göra detta. Med dimensionen menas

att antalet kolumner i den första matrisen måste vara lika många som antalet rader i den andra matrisen, och så är det alltid i vårt fall.

Matematiskt skriver man en matrismultiplikation som två matriser bredvid varandra. Sedan skall raden ur den första matrisen multiplicerad med kolonn (kolonn = ett matematiskt uttryck för kolumn) i den andra matrisen.

Antag att vi har startvärdet (0 1), så här utförs en matrismultiplikation:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.31 & 0.69 \\ 0.47 & 0.53 \end{pmatrix} = (0 \cdot 0.31 + 1 \cdot 0.47 \quad 0 \cdot 0.69 + 1 \cdot 0.53) \\ (0 \cdot 0.31 + 1 \cdot 0.47 \quad 0 \cdot 0.69 + 1 \cdot 0.53) = (0.47 \quad 0.53)$$

Det vi har fått fram är sannolikheten för att det nästa år också kommer att ske en nyetablering. Om vi istället har startvärdet (1 0) för vi följande resultat::

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.31 & 0.69 \\ 0.47 & 0.53 \end{pmatrix} = (1 \cdot 0.31 + 0 \cdot 0.47 \quad 1 \cdot 0.69 + 0 \cdot 0.53) = (0.31 \quad 0.69)$$

Som ses får vi två skilda svar och anledningen till detta är att startvärdet spelar roll. Det som matrisen (0.31 0.69) säger är att med 31 % sannolikhet kommer det INTE att byggas en ny etablering nästa år och med 69 % sannolikhet kommer det att byggas minst en ny etablering nästa år.

#### *Sannolikheten för flera år framåt*

Om vi vill veta sannolikheten för två år framåt är skall vi bara utföra matrismultiplikationen två gånger, d.v.s.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.31 & 0.69 \\ 0.47 & 0.53 \end{pmatrix} = (0.31 \quad 0.69)$$

$$\begin{pmatrix} 0.31 & 0.69 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.31 & 0.69 \\ 0.47 & 0.53 \end{pmatrix} \\ = (0.31 \cdot 0.31 + 0.69 \cdot 0.31 \quad 0.31 \cdot 0.69 + 0.69 \cdot 0.69)$$

$$(0.31 \cdot 0.31 + 0.69 \cdot 0.47 \quad 0.31 \cdot 0.69 + 0.69 \cdot 0.53) = (0.42 \quad 0.58)$$

Om vi vill har ytterligare ett år gör vi på samma sätt o.s.v.

#### **Matrismultiplikation med fler tillstånd**

Precis på samma sätt som när vi har två tillstånd kommer vi att ha att göra med tre eller fler tillstånd. Nedan finns ett exempel på hur en matrismultiplikation med fem tillstånd blir.

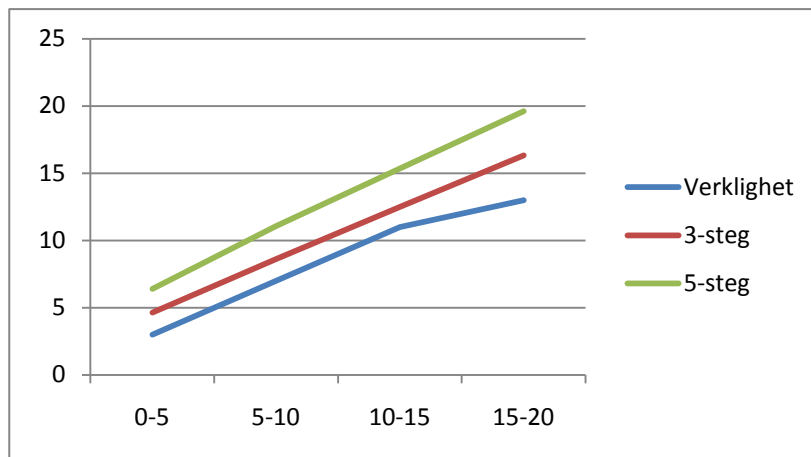
$$(0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1) \begin{pmatrix} 0.08 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.92 \\ 0.08 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.92 \\ 0.00 & 0.08 & 0.00 & 0.00 & 0.92 \\ 0.08 & 0.00 & 0.00 & 0.21 & 0.71 \\ 0.08 & 0.00 & 0.00 & 0.04 & 0.88 \end{pmatrix} =$$

$$(0.0803 \ 0.0000 \ 0.0000 \ 0.0423 \ 0.8874)$$

## Test – Eskilstuna

Nedan har vi gjort ett test att modulera Eskilstuna mot en Markovkedja hopbyggd av samtliga städer. Syftet är att se hur väl förutsägelsen stämmer överrens med verkligheten.

### Partihandel

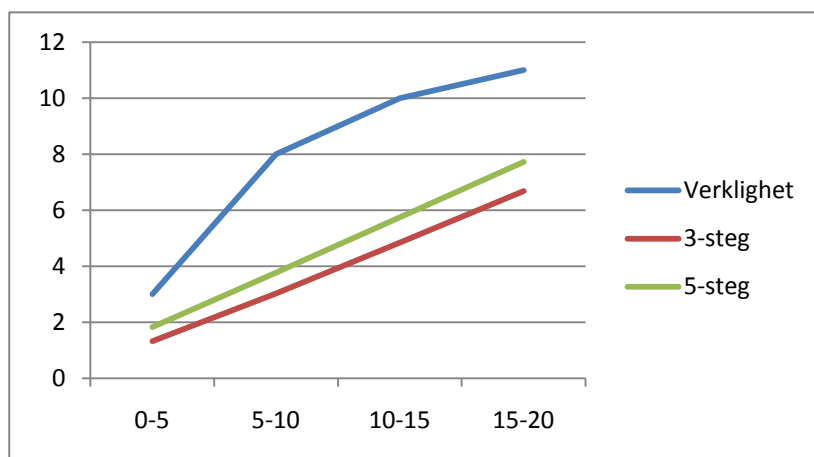


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	4,63	3	0-5	6,39	3
5-10	3,99	4	5-10	4,67	4
10-15	3,86	4	10-15	4,29	4
15-20	3,83	2	15-20	4,25	2
Summa	16,31	13		19,60	13

### Detaljhandel och service för motorfordon

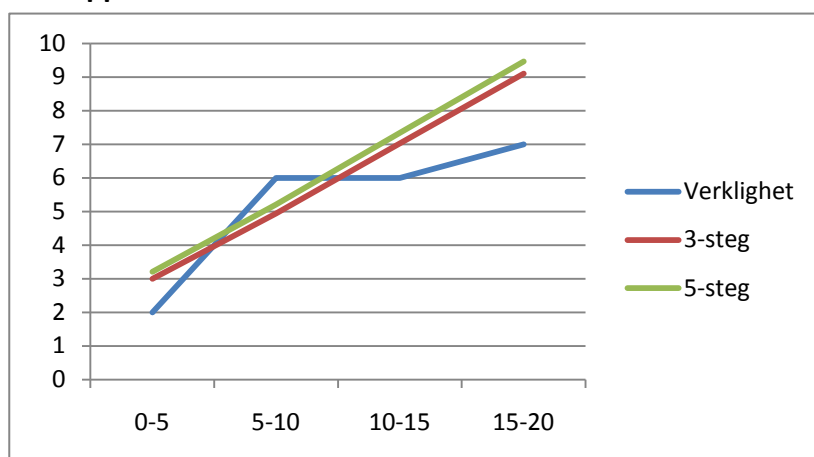


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	1,32	3	0-5	1,82	3
5-10	1,70	5	5-10	1,94	5
10-15	1,81	2	10-15	1,97	2
15-20	1,85	1	15-20	1,98	1
Summa	6,69	11		7,72	11

### Icke uppsökande hantverk och service

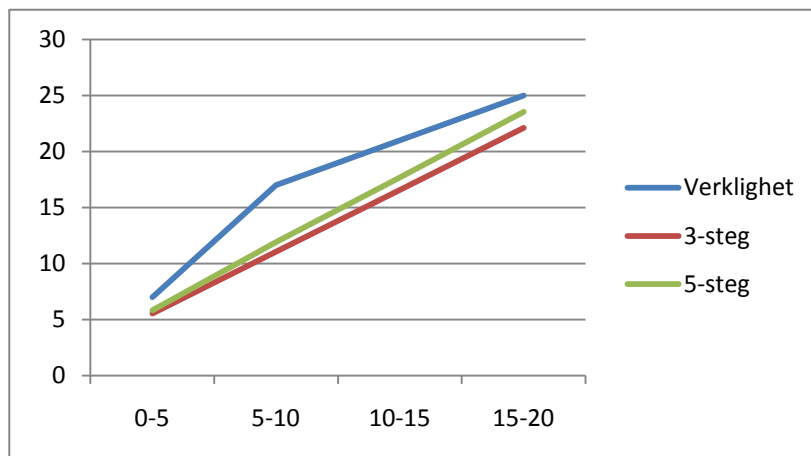


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	3,00	2	0-5	3,20	2
5-10	1,94	4	5-10	2,00	4
10-15	2,09	0	10-15	2,13	0
15-20	2,08	1	15-20	2,13	1
Summa	9,10	7		9,47	7

### Kontorslik service och försäljning av tjänster

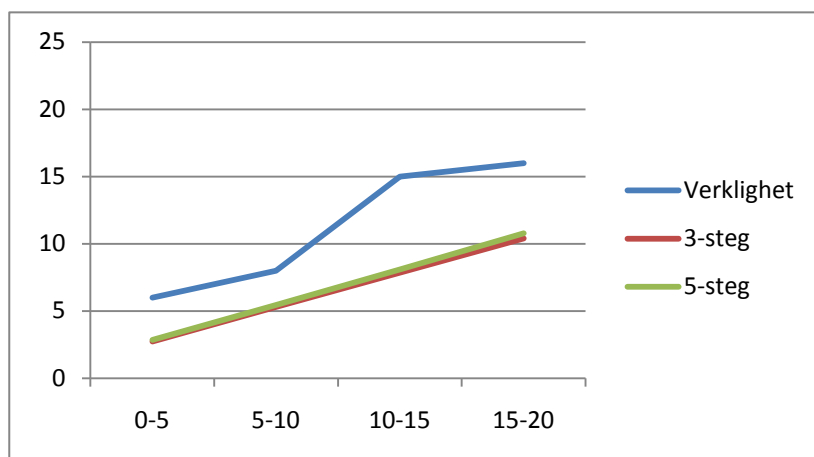


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	5,53	7	0-5	5,81	7
5-10	5,52	10	5-10	6,10	10
10-15	5,52	4	10-15	5,77	4
15-20	5,52	4	15-20	5,86	4
Summa	22,09	25		23,54	25

## Övrig detaljhandel

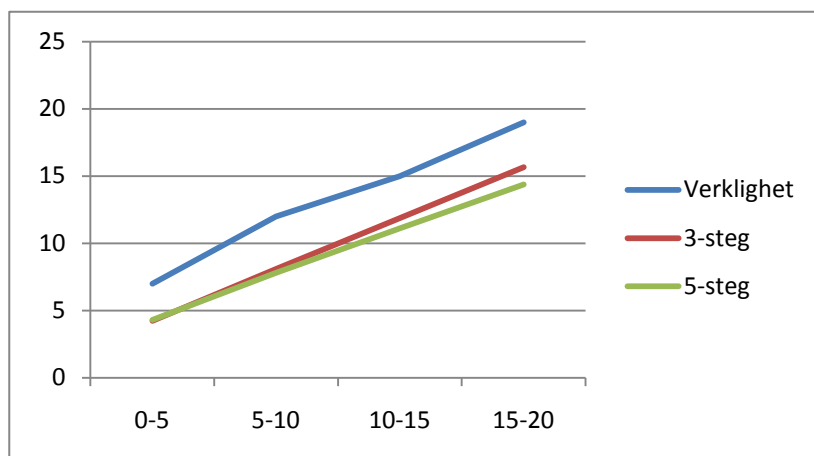


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	2,74	6	0-5	2,85	6
5-10	2,56	2	5-10	2,59	2
10-15	2,55	7	10-15	2,64	7
15-20	2,55	1	15-20	2,69	1
Summa	10,40	16		10,77	16

## Tillverkande företag

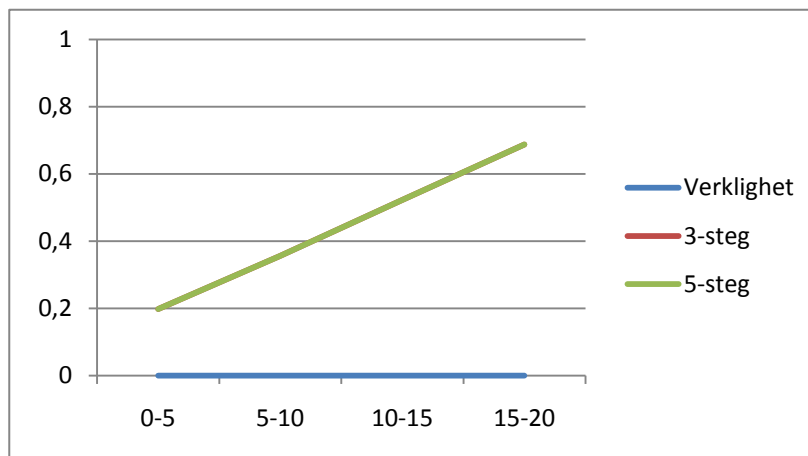


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	4,24	7	0-5	4,30	7
5-10	3,85	5	5-10	3,51	5
10-15	3,79	3	10-15	3,30	3
15-20	3,78	4	15-20	3,27	4
Summa	15,66	19		14,38	19

### Transporter övrig

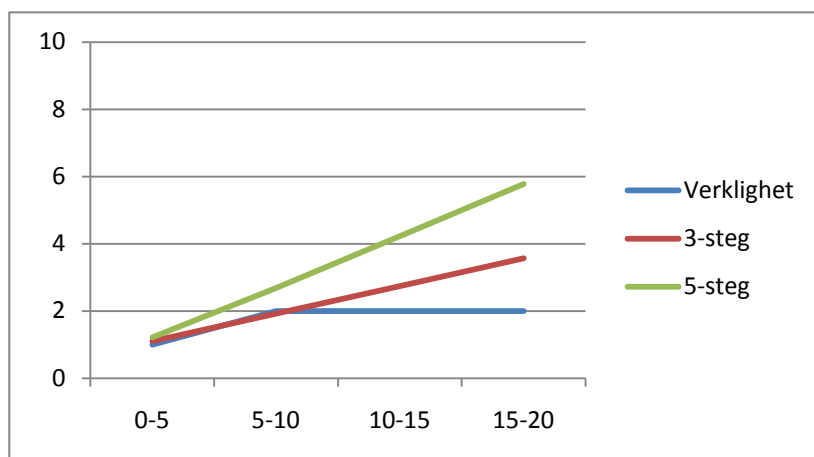


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	0,20	0	0-5	0,20	0
5-10	0,16	0	5-10	0,16	0
10-15	0,17	0	10-15	0,17	0
15-20	0,16	0	15-20	0,16	0
Summa	0,69	0		0,69	0

### Transportföretag, fjärrtrafik

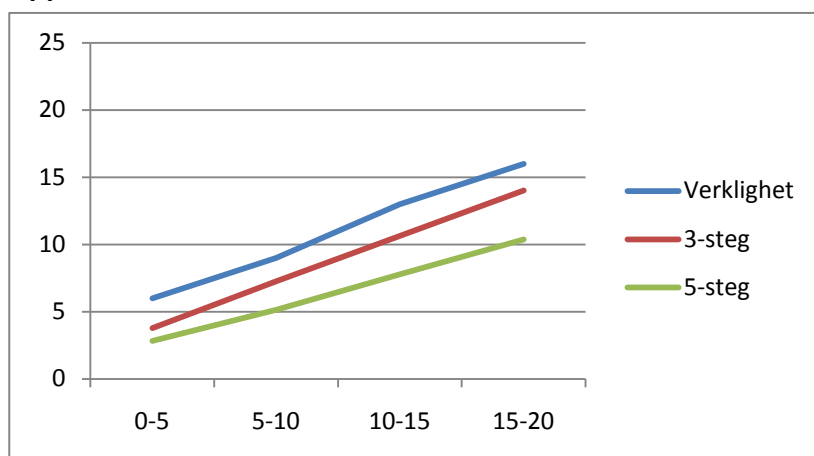


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	1,10	1	0-5	1,22	1
5-10	0,82	1	5-10	1,47	1
10-15	0,82	0	10-15	1,54	0
15-20	0,82	0	15-20	1,55	0
Summa	3,57	2		5,77	2

### Uppsökande hantverk och service

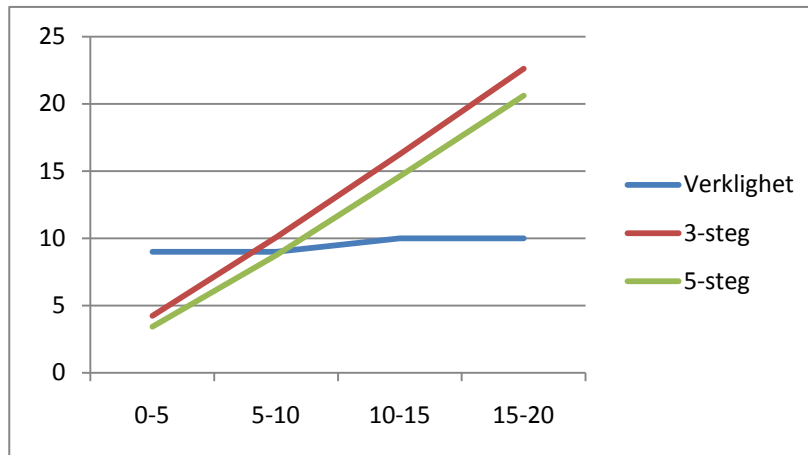


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	3,77	6	0-5	2,82	6
5-10	3,48	3	5-10	2,31	3
10-15	3,39	4	10-15	2,65	4
15-20	3,36	3	15-20	2,58	3
Summa	14,01	16		10,36	16

### Enfamiljshus

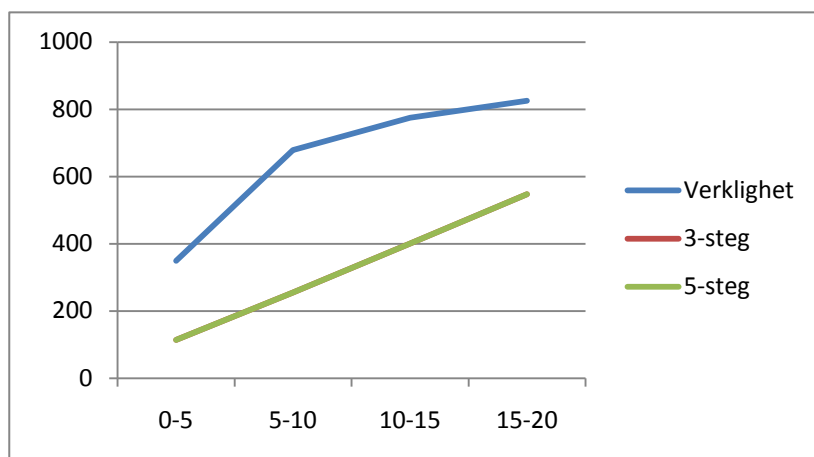


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	4,22	9	0-5	3,44	9
5-10	5,83	0	5-10	5,29	0
10-15	6,21	1	10-15	5,89	1
15-20	6,35	0	15-20	5,99	0
Summa	22,61	10		20,61	10

## Flerfamiljshus

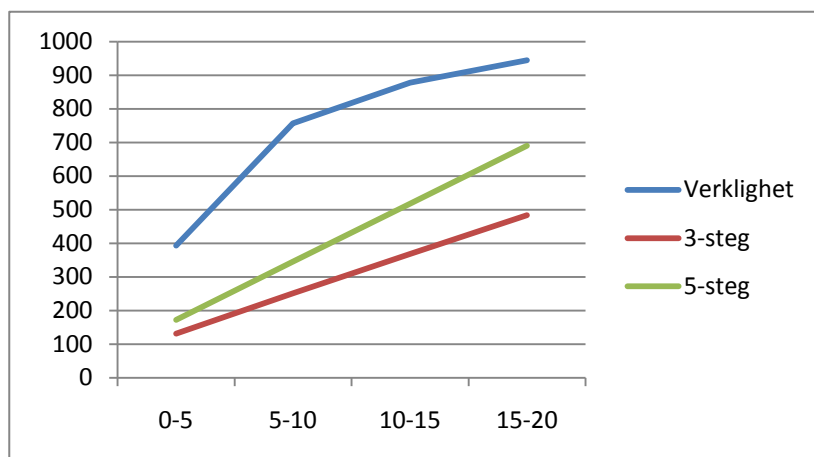


[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

r	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	114,35	349	0-5	114,35	349
5-10	140,65	330	5-10	140,31	330
10-15	145,84	96	10-15	145,70	96
15-20	146,87	50	15-20	146,83	50
Summa	547,71	825		547,19	825

## Samtliga



[0, 1, 2+]

[0, 1, 2-3, 4-5, 6+]

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	131.39	393	0-5	172.65	393
5-10	120.25	364	5-10	172.65	364
10-15	116.64	121	10-15	172.65	121
15-20	115.66	66	15-20	172.65	66
Summa	483.94	944	Summa	690.58	944

År	Föruts.	Verkligt	År	Föruts.	Verkligt
0-5	145.11	393	0-5	146.40	393
5-10	170.50	364	5-10	170.35	364
10-15	176.05	121	10-15	176.05	121
15-20	177.18	66	15-20	177.30	66
Summa	668.84	944	Summa	670.09	944

### Metodutveckling - Intervallstorlekens betydelse

Som nämnts ovan är betydelsen av intervallstorleken stor i denna metod. Vid framtagande av intervallstorlekarna anpassas intervallstorleken till staden vi vill förutsäga. Detta görs genom att medianen för staden vi vill förutsäga tas fram genom att bortse ifrån alla nollor. Därigenom bygger vi upp vilka intervall som skall finnas. Medianen delas sedan in i antalet intervall som krävs, undantaget intervallet noll som alltid är noll. För en sannolikhetsmatris som är 3x3 rader är medianen gränsen mellan intervall två och tre. För en sannolikhetsmatris som är 5x5 rader delas gränserna för 3x3 matrisen på mitten. Detta för att få en jämn spridning i förutsägelsen. Om en förutsägelse inte har en jämn spridning ökar detta risken för att den spår sämre än en förutsägelse med mer jämn spridning. Anledningen till detta är att referensdata för en förutsägelse är litet och därmed om det pekar fel finns det inget som "reder upp" resultatet.

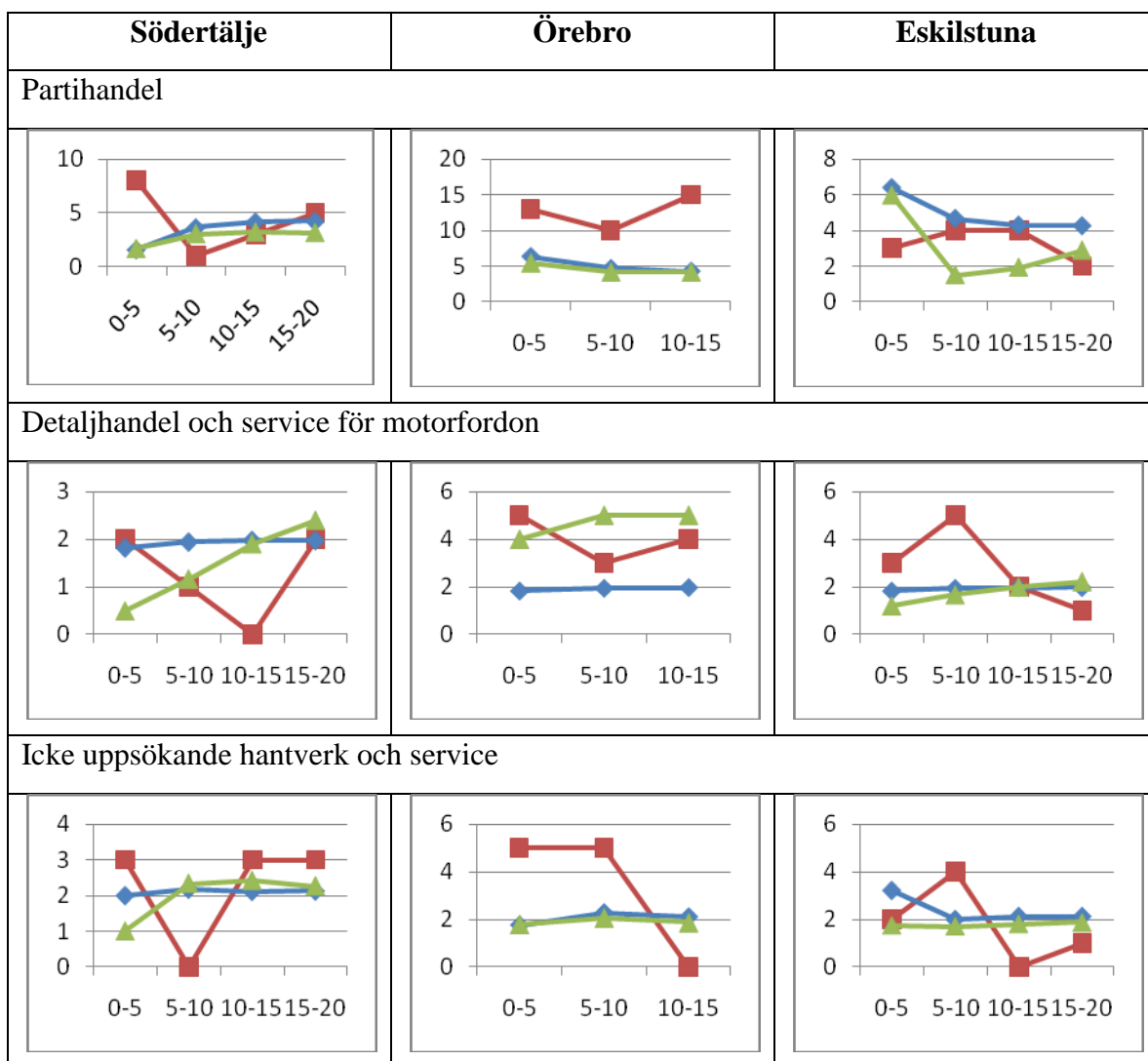
### Jämförelse gamla förutsägelsemetoden (Eskilstuna) och den nya

Det finns framförallt två skillnader mellan den gamla metoden och den nya. I den gamla metoden var intervallstorleken låsta, d.v.s. de var alltid [0; 1+], [0; 1; 2+] och [0, 1, 2-3; 4-5; 6+]. Detta visade sig vara bristfälligt när fler kategorier lades till och då det byggdes mycket (sannolikhetsmatrisens sannolikhetsmassa låg alltid i 1+, 2+ eller 6+) i dessa kategorier.

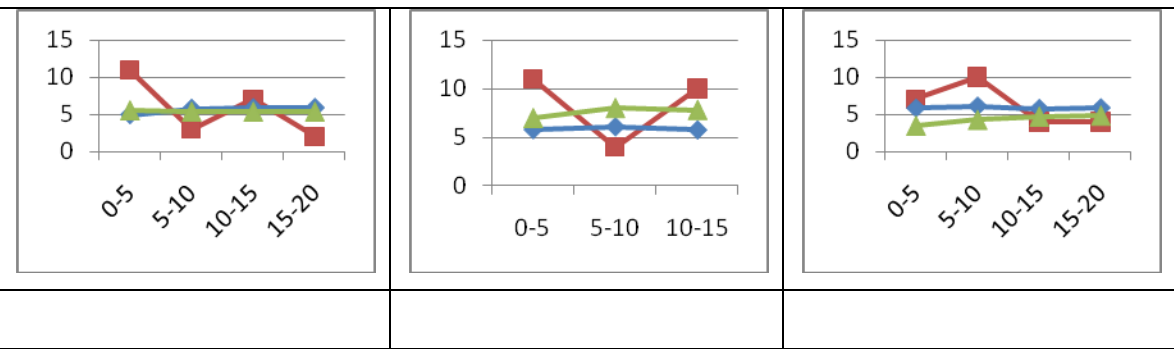
I den nya metoden är dessa intervallstorlekar dynamiska och anpassas till de initiala data vi har ifrån staden där en ny förbifart planeras. Därmed anpassas modellen till staden vi vill undersöka till skillnad ifrån innan då staden anpassades till modellen. Nackdelen med dynamiska intervall är om det finns lite eller ingen data i vissa intervallstorlekar blir förutsägelsen sämre. Fördelen är att vi kommer ifrån att Markovkedjan alltid befinner sig i samma tillstånd och att därmed förutsägelsen närmar sig ett medelvärde för städerna.

Den andra skillnaden är att teststäderna vi undersöker, inte längre är med i sannolikhetsmatriserna som de var med den gamla metoden. Eftersom vi inte med gamla metoden kunde välja vilka städer som skulle vara med och skapa sannolikhetsmatriserna var samma data med i både testmängden och referensmängden. Den nya metoden tar med en stad helt eller inte alls precis som den gamla metoden och beräknar förutsägelsen på samma sätt. Istället för medelvärden på befintliga data, som den gamla metoden använder sig av, tas de modulerade värden fram utifrån medianen minus alla nollvärden för den nya metoden. De år som är med i framtagandet av medianen är 10 år innan förbifarten byggs indelat i två femårsintervall. Se diagram nedan.

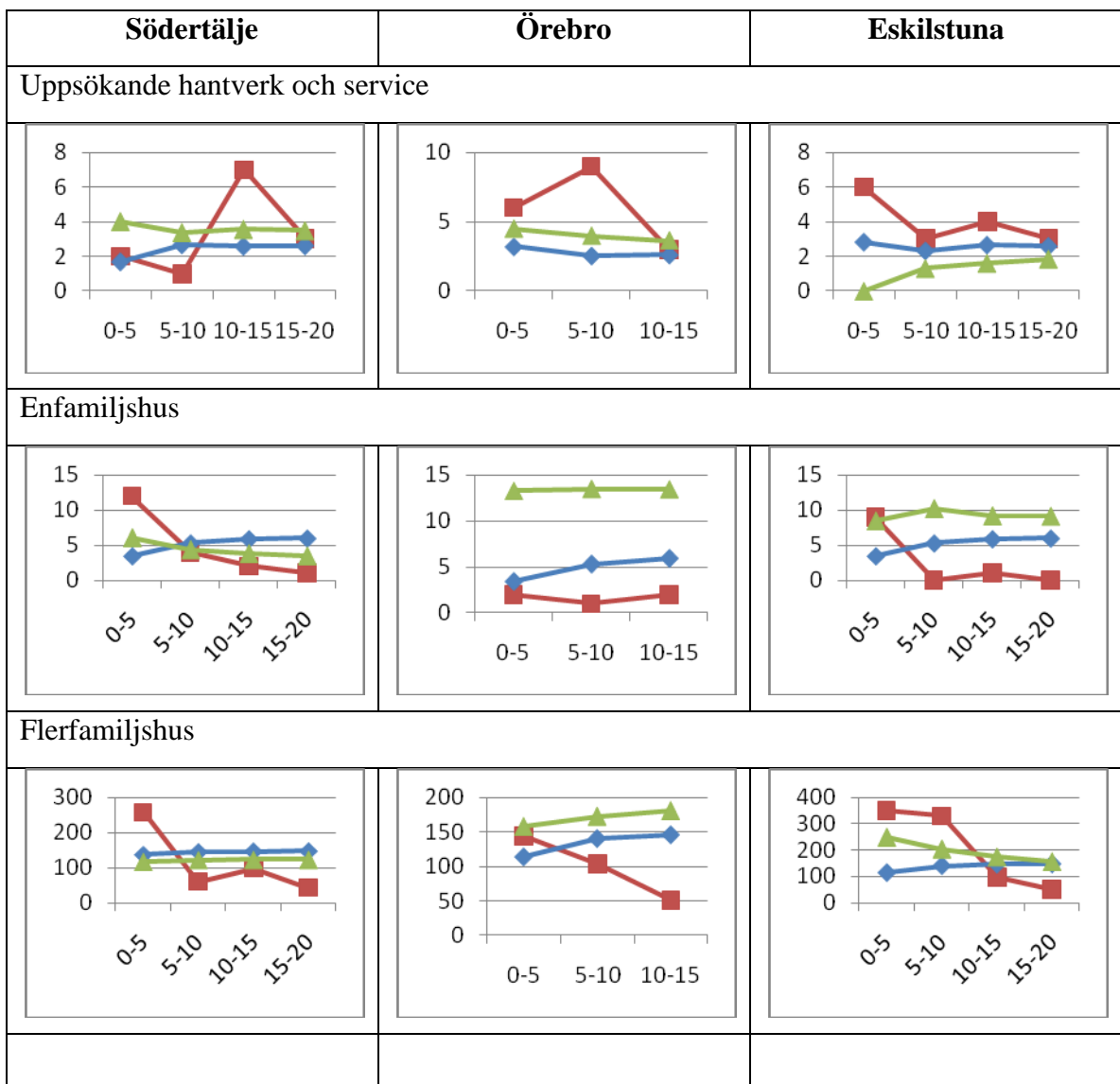
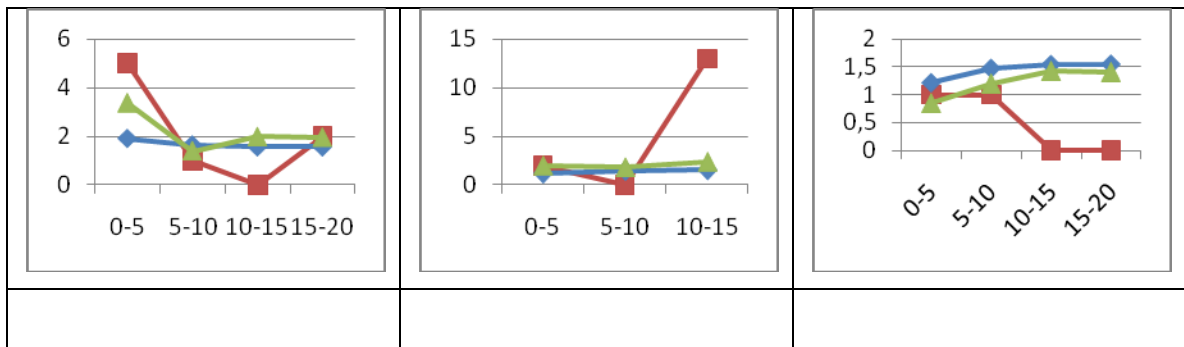
För att testa den nya metoden har den tillämpats på tre städer:



Kontorslik service och försäljning av tjänster



Södertälje	Örebro	Eskilstuna																																																								
<b>Övrig detaljhandel</b>																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Åldersgrupp</th> <th>Röd kvadrat</th> <th>Blå diamant</th> <th>Grön triangel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>1</td> <td>2.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>10-15</td> <td>0</td> <td>2.5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15-20</td> <td>1</td> <td>2.5</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel	0-5	3	2	3	5-10	1	2.5	3.5	10-15	0	2.5	3	15-20	1	2.5	3	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Åldersgrupp</th> <th>Röd kvadrat</th> <th>Blå diamant</th> <th>Grön triangel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>4</td> <td>2.5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>5</td> <td>2.5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>10-15</td> <td>7</td> <td>2.5</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel	0-5	4	2.5	2	5-10	5	2.5	2	10-15	7	2.5	2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Åldersgrupp</th> <th>Röd kvadrat</th> <th>Blå diamant</th> <th>Grön triangel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>2</td> <td>2.5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>10-15</td> <td>7</td> <td>2.5</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>15-20</td> <td>1</td> <td>2.5</td> <td>1.5</td> </tr> </tbody> </table>	Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel	0-5	6	3	1.5	5-10	2	2.5	2	10-15	7	2.5	1.5	15-20	1	2.5	1.5
Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel																																																							
0-5	3	2	3																																																							
5-10	1	2.5	3.5																																																							
10-15	0	2.5	3																																																							
15-20	1	2.5	3																																																							
Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel																																																							
0-5	4	2.5	2																																																							
5-10	5	2.5	2																																																							
10-15	7	2.5	2																																																							
Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel																																																							
0-5	6	3	1.5																																																							
5-10	2	2.5	2																																																							
10-15	7	2.5	1.5																																																							
15-20	1	2.5	1.5																																																							
<b>Tillverkande företag</b>																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Åldersgrupp</th> <th>Röd kvadrat</th> <th>Blå diamant</th> <th>Grön triangel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>1</td> <td>1.5</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>10-15</td> <td>5</td> <td>3.5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>15-20</td> <td>2</td> <td>3.5</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel	0-5	1	1.5	2.5	5-10	3	3	3.5	10-15	5	3.5	4	15-20	2	3.5	4	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Åldersgrupp</th> <th>Röd kvadrat</th> <th>Blå diamant</th> <th>Grön triangel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>8</td> <td>3.5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>10-15</td> <td>6</td> <td>3.5</td> <td>5.5</td> </tr> </tbody> </table>	Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel	0-5	6	4	9	5-10	8	3.5	6	10-15	6	3.5	5.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Åldersgrupp</th> <th>Röd kvadrat</th> <th>Blå diamant</th> <th>Grön triangel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>7</td> <td>4.5</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>5</td> <td>3.5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>10-15</td> <td>3</td> <td>3.5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>15-20</td> <td>4</td> <td>3.5</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel	0-5	7	4.5	7.5	5-10	5	3.5	6	10-15	3	3.5	5	15-20	4	3.5	6
Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel																																																							
0-5	1	1.5	2.5																																																							
5-10	3	3	3.5																																																							
10-15	5	3.5	4																																																							
15-20	2	3.5	4																																																							
Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel																																																							
0-5	6	4	9																																																							
5-10	8	3.5	6																																																							
10-15	6	3.5	5.5																																																							
Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel																																																							
0-5	7	4.5	7.5																																																							
5-10	5	3.5	6																																																							
10-15	3	3.5	5																																																							
15-20	4	3.5	6																																																							
<b>Transporter övrig</b>																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Åldersgrupp</th> <th>Röd kvadrat</th> <th>Blå diamant</th> <th>Grön triangel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>10-15</td> <td>1.0</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>15-20</td> <td>1.0</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table>	Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel	0-5	0.1	0.2	0.1	5-10	0.1	0.1	0.1	10-15	1.0	0.1	0.1	15-20	1.0	0.1	0.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Åldersgrupp</th> <th>Röd kvadrat</th> <th>Blå diamant</th> <th>Grön triangel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>1.0</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>10-15</td> <td>1.0</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table>	Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel	0-5	1.0	0.1	0.1	5-10	0.0	0.1	0.1	10-15	1.0	0.1	0.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Åldersgrupp</th> <th>Röd kvadrat</th> <th>Blå diamant</th> <th>Grön triangel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>0.0</td> <td>0.2</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>0.0</td> <td>0.15</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>10-15</td> <td>0.0</td> <td>0.15</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>15-20</td> <td>0.0</td> <td>0.15</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table>	Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel	0-5	0.0	0.2	0.15	5-10	0.0	0.15	0.2	10-15	0.0	0.15	0.2	15-20	0.0	0.15	0.2
Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel																																																							
0-5	0.1	0.2	0.1																																																							
5-10	0.1	0.1	0.1																																																							
10-15	1.0	0.1	0.1																																																							
15-20	1.0	0.1	0.1																																																							
Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel																																																							
0-5	1.0	0.1	0.1																																																							
5-10	0.0	0.1	0.1																																																							
10-15	1.0	0.1	0.1																																																							
Åldersgrupp	Röd kvadrat	Blå diamant	Grön triangel																																																							
0-5	0.0	0.2	0.15																																																							
5-10	0.0	0.15	0.2																																																							
10-15	0.0	0.15	0.2																																																							
15-20	0.0	0.15	0.2																																																							
<b>Transportföretag, fjärrtrafik</b>																																																										



### Slutsats: Eskilstunas, Södertäljes och Örebros förutsägelser

För att kontrollera hur bra metoden är på att förutsäga framtiden har vi valt att testa metoden mot tre städer. Denna test gjordes även med den gamla metoden, dock med skillnaden att själva teststaden var med i sannolikhetsmatriserna. Med den nya metoden kan vi välja bort städer. Därför har vi alltid valt bort staden vi testat och

andra städer som vi inte anser passar bra in. Nackdelen med att välja bort städer är att det statistiska materialet blir mindre. Fördelen är att vi kan ta bort data som inte stämmer tillräckligt bra.

Slutsatserna vi kan dra av detta test är att den nya metoden är bättre än den gamla för Örebro och ungefär likvärdig för Eskilstuna och Södertälje. Eftersom resultaten är ganska likvärdiga i sin förutsägelse kan vi anta att förändringarna mer eller mindre har tagit ut varandra.

## **Prognos – Inducerad bebyggelseutveckling till följd av ny förbifart i Skellefteå**

### **Startmatris**

Startmatrisen för Skellefteå basera på nyinköpta data för bebyggelseutvecklingen under en tioårsperiod inom zonen kring den planerade förbifarten. För att få så bra resultat för Skellefteå som möjligt har vi valt ut vissa städer att ha som referens och valt bort andra. De städer vi har valt som referensstäder är: Eskilstuna, Nyköping, Södertälje och Gävle. Följaktligen har vi valt bort Halmstad, Nyköping och Lund. Denna gallring har inte skett med en framtagen metod utan genom en bedömning där de städer som liknade Skellefteå mest vad avser storlek och förbifartens storlek och sträckning togs med. Säkerheten i resultatet hade antagligen blivit bättre om vi hade en testad metod för urvalsförfarandet.

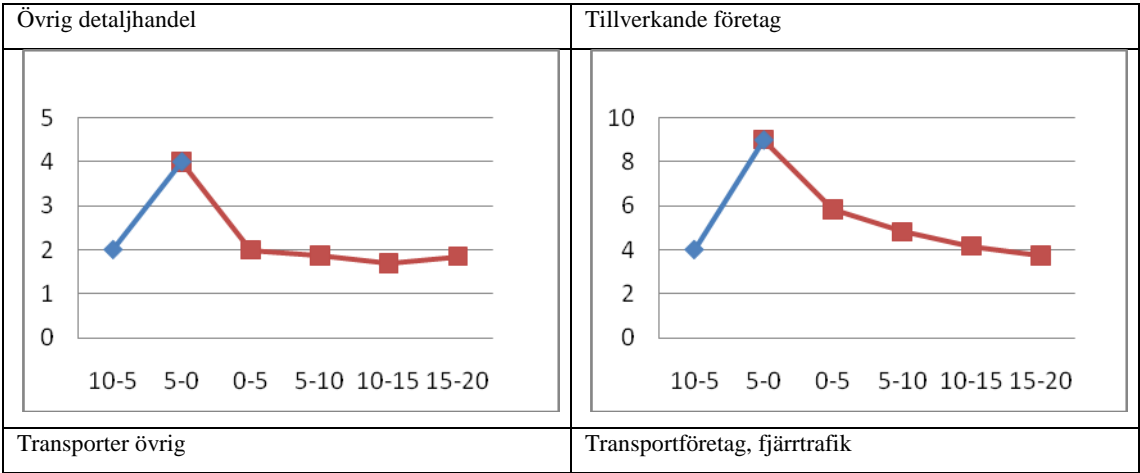
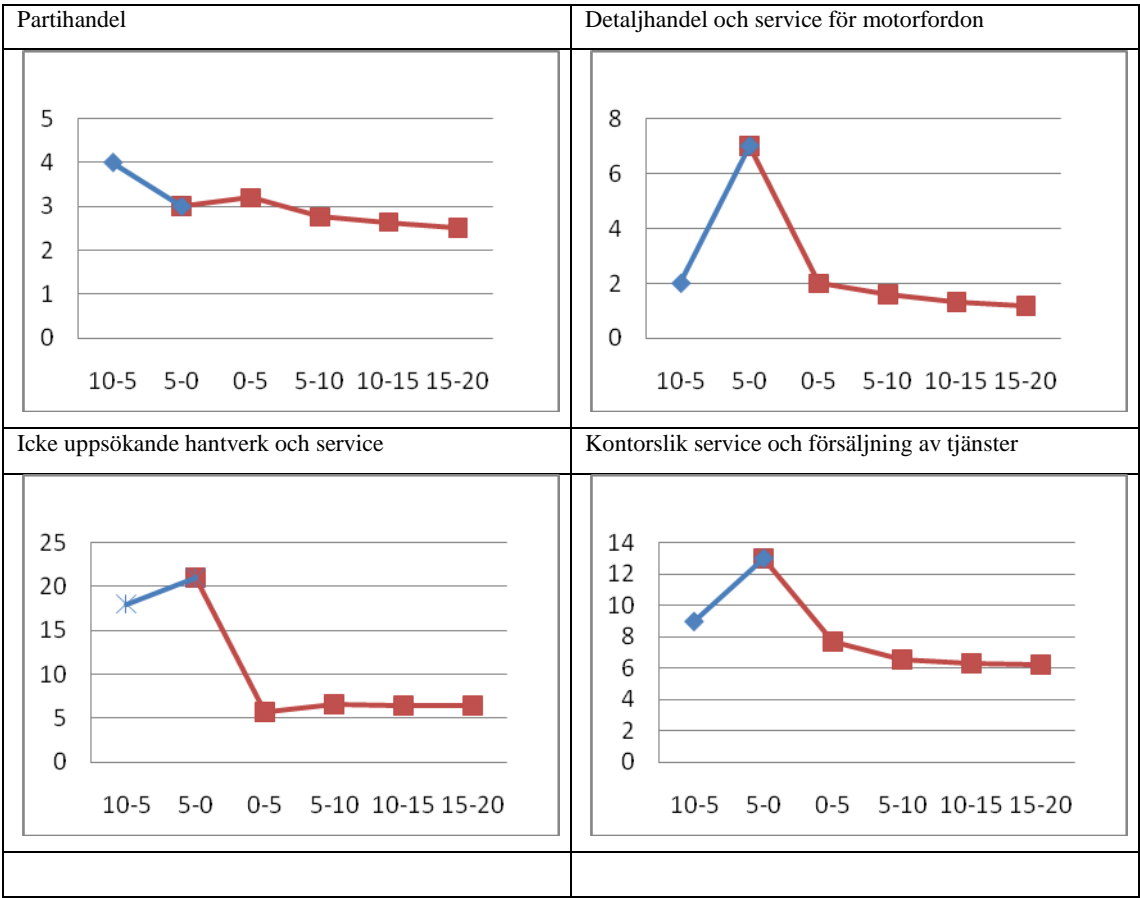
För vissa kriterier har vi flyttat hela startvärdet till ett enda intervall, t.ex. för ”Detaljhandel och service för motorfordon”, beroende på att referensstäderna har för lite material för startvärdet. I dessa fall är förutsägelsen mer osäker beroende på att de data som vi baserar förutsägelsen på är få. Detta kan man se i sannolikhetsmatriserna som har ”hål” för vissa kriterier - som vi då måste ”fylla igen”.

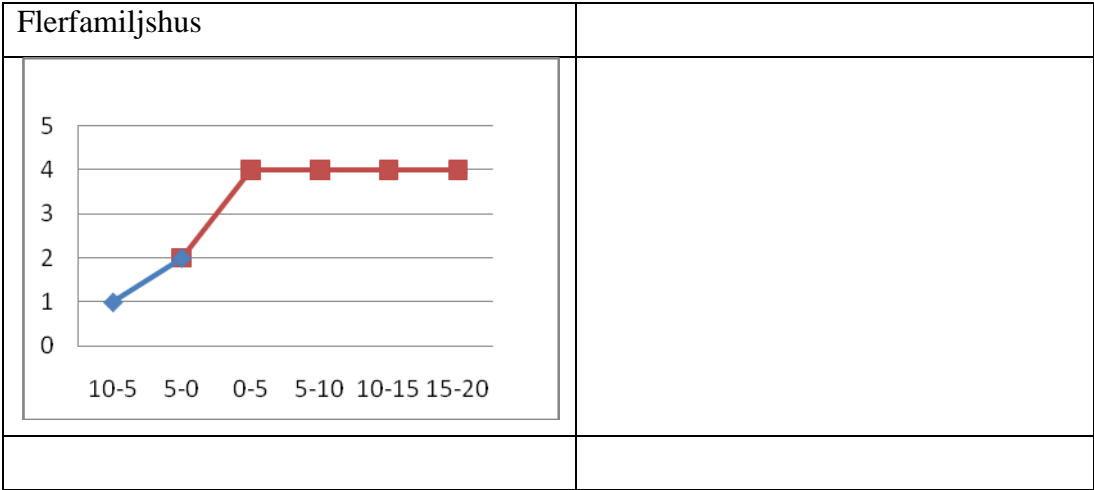
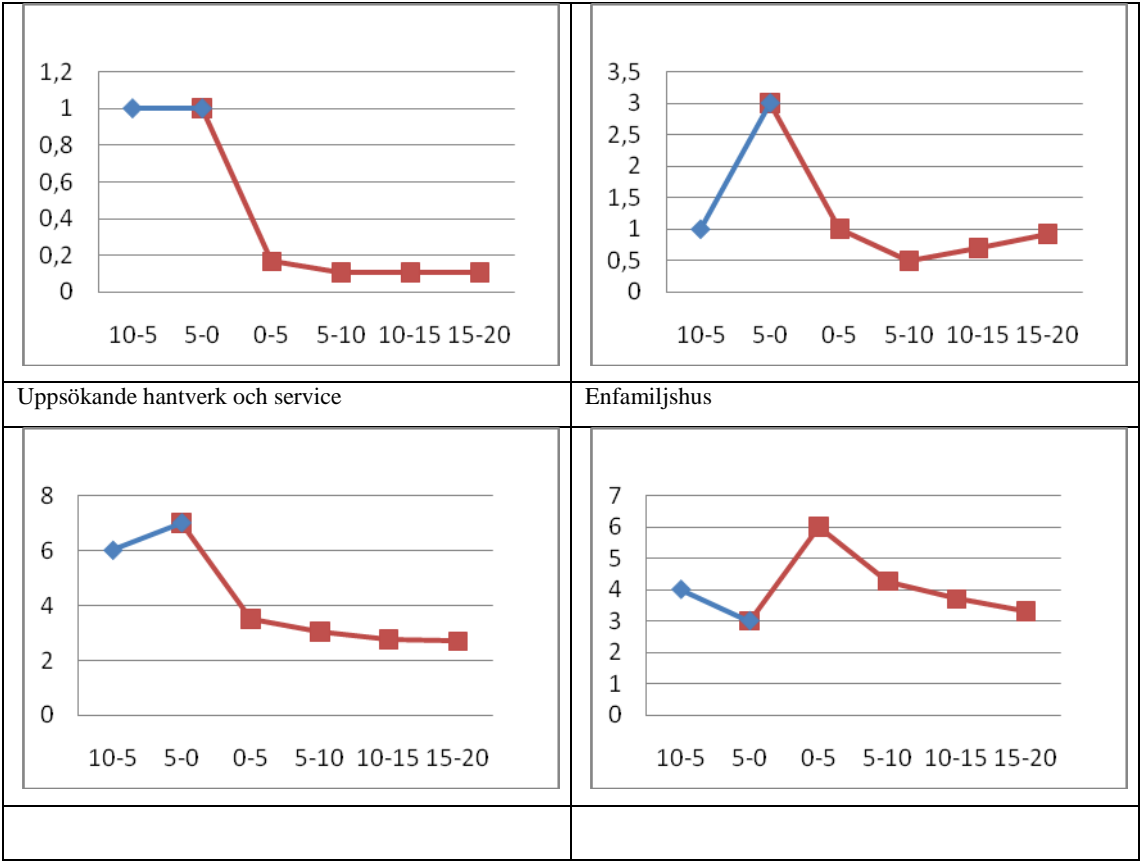
Men vi har framförallt många kriterier vars startvärde fördelas ut på flera intervall och därmed blir förutsägelsen säkrare. I dessa fall har sannolikhetsmatriserna heller inte några hål och vilket är bra för förutsägelsen. Genom att titta på sannolikhetsmatrisernas rader och se hur väl sannolikhetsmassan är utspridd kan man se var vi har tunt med referensdata. Därmed blir det möjligt att avgöra hur säkert de olika intervalldelarna är. Om vi väljer ut referensdata på kriterienivå istället för på stadsnivå kan vi fylla på i sannolikhetsmatriserna svagare områden och därmed få ett mer säkert resultat.

### **Resultat**

Nedan ses resultatet för Skellefteåsimuleringen (rött) med de verkliga värdena för 10 års perioden 1999-2008 (blått). Vänstra y-axeln motsvarar antal etablerade företag, nedre x-axeln vilken femårsperiod som avses, i relation till när en förbifart byggs, år 0.

—■— Förutsägelse  
—◆— Verkliga värden





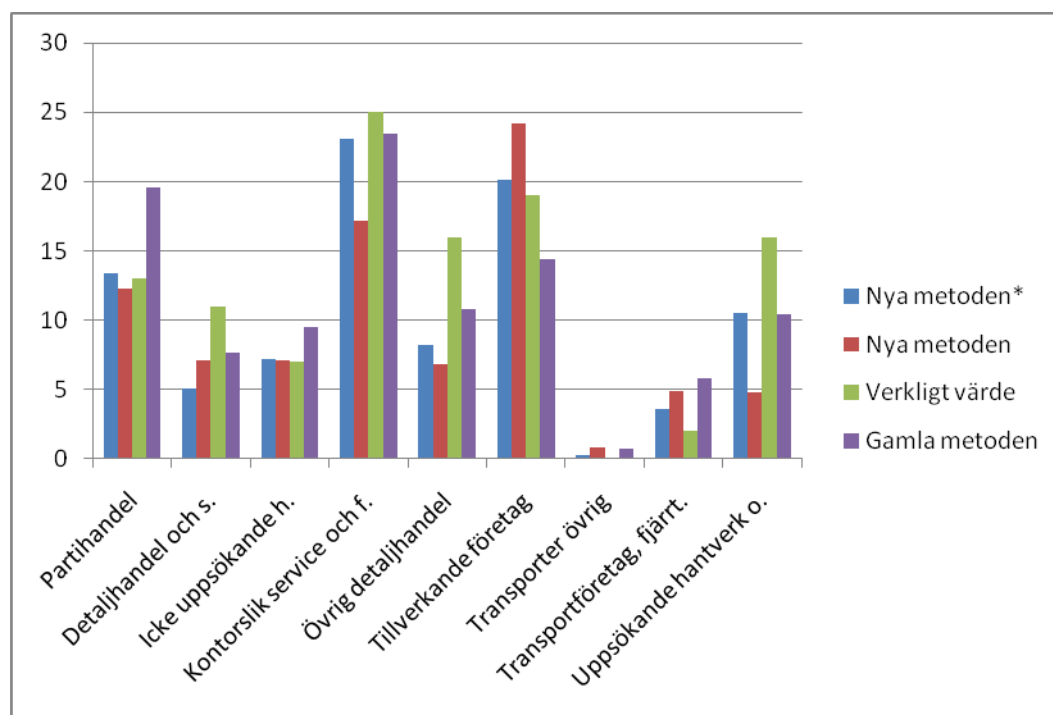
**Slutsatser**

Den nya metoden har den stora fördelen att den enkelt kan modifieras och anpassas på kriterienivå istället för stadsnivå. Man kan enkelt testa detta genom att enbart jämföra ett kriterium i taget och bortse ifrån övriga tio kriterier. Genom att välja vilka städer som skall vara med enbart för att matcha ett kriterium blir resultatet bättre. Vi har gjort ett kort test för att undersöka potentialen i detta. De resultat vi får fram då är att de nya resultaten matchar verkligheten bättre. Vi har enbart valt startvärden som

matchar varandra i storlek (metoden skulle behöva förfinas för bättre resultat).  
Utfallet blir då enligt följande:

	Nya metoden*	Nya metoden	Verkligt värde	Gamla metoden
Partihandel	13.4	12.3	13	19.6
Detaljhandel och s.	5.1	7.1	11	7.7
Icke uppsökande h.	7.2	7.1	7	9.5
Kontorslik service och f.	23.1 / 23.9	17.2	25	23.5
Övrig detaljhandel	8.2	6.8	16	10.8
Tillverkande företag	20.1	24.2	19	14.4
Transporter övrig	0.3	0.8	0	0.7
Transportföretag, fjärrt.	3.6	4.9	2	5.8
Uppsökande hantverk o.	10.5 / 18.0	4.8	16	10.4

\*När det står dubbla siffror ovan i "Nya metoden\*" så innebär det att 5x5 sannolikhetsmatrisen innehöll en del hål och att 3x3 sannolikhetsmatrisen gav ett bättre resultat.



\*Där det finns dubbla värden har använt det sämre värdet från 5x5 matrisen.

Slutsatserna man kan dra av detta test är att modifiering på kriterienivå istället för stadsnivå ger ett bättre resultat. Metoden för framtagande av detta är inte utvecklad, men om man går enbart på startvärdets storlek och bortser ifrån trend får vi ett resultat som kommer att likna ovan; Och om det inte finns tillräckligt med bra data så fungerar metoden att fylla ut matrisen så att det finns minst tre städer som referens.

## Förslag på förbättringar

Det finns några tänkbara förbättringsåtgärder som skulle kunna bidra till högre kvalitet på resultaten:

- En jämförelse mellan kvalitetsskillnaden i det gamla referensmaterialet som härstammar från åren runt 2000 och ett nytt uttag från SCB för samma städer. Förhoppningen är att en mindre studie ska kunna bekräfta god eller sämre kvalitet i referensstatistiken och den omklassning av SNI-koder som SCB har gjort mellan dåtidens SNI-klassning och dagens.
- Undersöka närmare hur trend och storlek mellan referensstad och undersökt stad påverkar resultatet.
- Undersöka hur storlek på polygonen (buffertzonen längs förbifarten) påverkar resultatet och vilken inverkan trend och storlek (antal företag i en stad i relation till en annan) har på resultatet.

## Slutsatser och kommentarer

Markovkedjor är ett sätt att förutse sannolika framtida lokaliseringseffekter (bostäder och verksamheter) till följd av en ny förbifart (genomfart, in-/utfart)

- Baserat på tidigare händelser i form av statistik.
- Utan att blanda in antaganden och teorier om vad som styr utvecklingen.

Modellen bör bygga på så mycket och så bra statistik som möjligt. Om sannolikhetsmatriserna bygger på få data och därmed inte sprider sannolikhetsmassan över de flesta av intervalldelarna kan resultatet bli skevt eftersom för lite data finns att basera matrisen på. Detta är speciellt känsligt för en förutsägelse under period 0-5 år eftersom de senare perioder bygger på denna förutsägelse. Om matrisen är gles i slutet av förutsägelsen påverkar inte detta resultat i samma utsträckning. Vid en framtida eventuell utveckling bör empiri från så många städer som möjligt finnas att tillgå.

Eftersom vi i våra test av metoden har haft möjlighet att välja bort städer har vi alltid valt bort staden vi testat metoden emot. Detta för att undvika att samma stads värden är med i sannolikhetsmatriserna. Styrkan med metoden är att vi får fram sannolikheter för att vår förutsägelse skall inträffa. Därmed kan säkerheten i förutsägelsen analyseras. Det är också möjligt att applicera statistiska metoder för att exempelvis bedöma spridning på förutsägelsen.

En av styrkorna med markovkedjor, som gör sig påmind i det här fallet, är att hänsyn tas till utvecklingen före etableringen av en ny förbifart.

## Kostnad för tillämpning av Markovmetoden vid objektsanalys

Givet att man har en databas över markanvändningsförändringar motsvarande den som skapades i projektet Förändringar i stadens markanvändning till följd av förbifarter, och den beräkningsslinga för Markovkedjor som utvecklats i Excel kan det resultat som tagits fram ovan under Prognos – Inducerad bebyggelseutveckling till följd av ny förbifart i Skellefteå genomföras till en kostnad av uppskattningsvis 30 kkr. Härav utgjorde köpet av geodata från SCB ca 15 kkr i fallet Skellefteå

## 6. Förslag på modell- och metodförbättringar och användning

Även om projektet inte kan utveckla Sampers syftar det till att ange hur modellsystem (Sampers) och metoder kan bättre användas/bör förbättras så att de på ett tillräckligt sätt kan beakta fenomenet inducerad trafik och se till att effekterna tas med i trafikprognoser och samhällsekonomiska kalkyler. Dessa förslag kommer att se helt olika ut beroende på vilken modell som används idag. För mindre objekt handlar det om hur EVA används. För större objekt finns betydligt fler alternativa scenarier på förbättringar och kompletterande modeller.

### 6.1. Förslag till metod för mindre objekt

Målet i projektet har inte varit att utveckla EVA-modellen så att den hanterar alla aspekter av inducerad trafik. Det kan vara rimligt i många fall att i första läget anta att ingen trafik induceras för att i stället fokusera på effektberäkning för övriga förändringar. Däremot behöver man kunna komplettera med effektbedömningar för mindre objekt även vad gäller en inducerad trafikökning, där de ursprungliga beräkningarna bör kunna kompletteras med en beräkning av den inducerade trafikens olika effekter vad gäller t ex emissioner, vägslitage och marginella olyckskostnader. Dessa läggs då till de ursprungliga effekterna som EVA-modellen beräknar.

Förslaget är att en metod utvecklas där elasticitetsberäkning används för att uppskatta den inducerade trafikökningen varefter de externa effekterna av denna trafikökning beräknas och värderas med hjälp av Excelverktyg. Ett alternativ till det tillvägagångssättet är att den framräknade inducerade trafiken läggs in i EVA-programmet och att programmet körs ytterligare en gång för att beräkna effekterna för denna trafik.

Metodutvecklingen har diskuterats initialt med Trafikverket samt i projektets slutskede. Denna föreslagna metod ska kunna beräkna externa effekter som t ex ökade utsläpp i biltrafiken pga. både överflyttningseffekter från andra transportslag till bil och nygenererad biltrafik givet lokalisering.

### Förslag till metod för beräkning av trafikökning

Metodutvecklingen förutsätter att ökad vägkapacitet ger bättre vägar, vilket får högre hastigheter och kortare restider som följd. Hastighets- och restidsförbättringar leder till ökad trafik, dels som omflyttning mellan olika transportslag men även som helt nygenererad trafik. Dessa förbättringar leder också till en förändring i resekostnad och förslaget är att använda en elasticitet som beskriver förhållandet mellan förändring ( $\Delta$ ) i kostnad relativt förändring i resandet ( $\Delta$  kostnad/  $\Delta$  resande). Med hjälp av denna elasticitet ( $E_k$ ) beräknas en förändring i resandet fram, vilken sedan kan användas för att beräkna den inducerade delen av resandeökningen.

*Förslag till beräkningsmetod är således som följer:*

$\Delta$  resekostnad (%) = reseupppoffring före åtgärd/reseupppoffring efter åtgärd

$\Delta$  resekostnad (%) \*  $E_k$  ( $\Delta$  kostnad/  $\Delta$  resande) =  $\Delta$  resande (%)

$\Delta \text{resande (\%)} * \text{ursprunglig trafik (fkm)} = \Delta \text{ fkm (inducerad del)}$

$\Delta \text{ fkm} * \text{olika effektsamband (emissioner, vägslitage, marginell olyckskostnad)}$

## Beräkning av resekostnad

För att beräkna den procentuella förändringen i resekostnad är förslaget att skillnaden i reseuppostring beräknas genom att reseuppostringen före åtgärd i jämförelsealternativet divideras med reseuppostring efter åtgärd i utredningsalternativet. De värderade effekterna som finns i EVA-rapporten är: restid, fordonskostnader, godskostnader, olyckor, miljö, komfort samt drift och underhåll. Förslaget är att de tre förstnämnda effekterna i EVA-rapportens jämförelsealternativ jämförs med desamma i utredningsvägnätet, eftersom de är relaterade till reseuppostring.

## Beräkning av resandeförändring genom elasticitetsmodell

När den förändrade resekostnaden är beräknad ska den inducerade trafikökningen till följd av den ökade vägkapaciteten räknas ut. Efterfrågemodellen byggs som en elasticitetsmodell, där effekter av förändringar av resekostnaden, uttryckt i relativa termer, beräknas som en relativ förändring av trafikefterfrågan. Exempelvis definieras kostnadselasticiteten ( $E_k$ ) som den procentuella förändringen i resandeefterfrågan av en procentuell förändring i kostnad enligt nedan.

$$E_k * \Delta \text{ kostnad (\%)} = \Delta \text{ resande (\%)}$$

Enligt resonemanget ovan är förslaget att använda en elasticitet som beskriver förhållandet mellan förändring i kostnad relativt förändring i resandet. Detta är naturligtvis en klar förenkling jämfört med SAMPERS men kan motiveras av att SAMPERS i första hand utvecklats för långsiktig planering av större infrastrukturinvesteringar samt för att tjäna som beslutsunderlag på en nationell transportpolitisk nivå. EVA-modellen används däremot för mindre objekt på en mer lokal/regional nivå, men som konstaterats så skulle en kompletterande effektberäkning för den inducerade trafikökningen vara lämplig.

Grundläggande i det här skedet är att finna en välanpassad och användbar elasticitet för detta syfte. Eftersökningar har gjorts i litteraturen samt att befintliga elasticiteter i SAMPERS-modellen har studerats, se avsnitt nedan.

## Bakgrund till och rekommendationer på elasticiteter

### Bakgrund

Inom EVA-modellen utvärderas investeringar i infrastruktur på ett sätt där totala efterfrågan inte ändras. Beroende på utformning av särskilda infrastrukturförbättringar och konkurrens med befintliga resalternativ kan dock resfrekvens, destination och färdmedel ändras. I projektet är målet att förbättra EVA-systematiken genom att skatta hur mycket efterfrågan förändras baserat på ändringar i generaliserade resekostnader och en elasticitet. Det är en enkel och snabb approximation av efterfrågans förändring, men är naturligtvis inte lika bra som en modell som modellerar efterfrågeeffekter i detalj (så som Sampers).

Ett viktigt element i en elasticitetsmetod för att beräkna förändring i efterfrågan är dock att en elasticitet egentligen är projektspecifik eftersom den beror på lokal

kvalitet av resalternativ samt karaktäristika av resenärer. I denna rapport försöker vi däremot fastställa en elasticitet som kan användas för hela Sverige. Eftersom den elasticitet vi söker ska användas på förändringar i generaliserade kostnader i stället för ändringar i restider och/eller reskostnader separat behöver vi en annorlunda elasticitet än vad som normalt rapporteras i litteratur.

I den första delen av kapitlet presenterar vi några elasticitetsvärden från en mindre litteraturstudie. I den andra delen rekommenderar vi vilken elasticitet som bör användas. Vi har inte analyserat alternativa metoder för att ta hand om inducerad trafik, utan använt rekommendationer från WebTag vid Storbritanniens Department for Transport som en ledstjärna i arbetet.

### Elasticitetsvärden

I realiteten har varje projekt sin egen elasticitet. Det är viktigt att inte glömma att en metod med en generell elasticitet bara är en approximation. Givet att EVA inte använder någon förändring i efterfrågan, är användning av elasticitet ändå ett steg framåt.

I de flesta elasticitetsstudier skattas elasticitet i form av av resenärer genom antal kilometer eller antal resor på grund av förändringar i restider eller reskostnader. För reskostnader handlar det framförallt om bränslekostnader, dock finns det studier om elasticitet på grund av tullar och avgifter. Restidelasticitet och reskostnadselasticitet är inte detsamma, viktigare är dock att vi är intresserad av en tredje elasticitet, nämligen en generaliserad kostnadselasticitet. Eftersom generaliserade kostnader ofta beror på vägning av restider och reskostnader genom restidsvärderingar, blir en generaliserad kostnadselasticitet beroende på restidvärderingar.

I Storbritanniens WebTag som ger rekommendationer om trafikmodellering finns en del information om inducerad trafik och "variable demand modelling". Även om en modell baserad på elasticitet inte föredras, finns det en tabell (Tabell 3) med rekommenderade elasticiteter uppdelade på olika ärenden samt typ av tidselasticitet. Det är tydligt att det finns stora skillnader i elasticitet mellan olika ärende och situationer.

Tabell 6-1 Restidelasticitet i WebTag

	Time elasticity - High modal competition	Time elasticity - Low modal competition	Time elasticity - High modal competition including time-switching	Time elasticity - Low modal competition including time-switching	Trip frequency effect (only)
HB Work	-0.22	-0.14	-0.48	-0.3	-0.04
Employer's Business	-0.6	-0.35	-0.96	-0.55	-0.15
Essential	-0.47	-0.26	-0.65	-0.36	-0.12

Other					
Discretionary Other	-0.35	-0.2	-0.5	-0.28	-0.1

För att räkna om en restidse elasticitet till en generaliserad kostnadse elasticitet behöver man dela restidse elasticitet med proportionen av restid i den generaliserade kostnaden. Man behöver veta genomsnittlig hastighet, restidsvärdering och rörliga kostnader.

$$e_{gk}^{f\ddot{a}} = e_t^{f\ddot{a}} * (1 + \frac{v^{f\ddot{a}} * k^{f\ddot{a}}}{VoT^{f\ddot{a}}})$$

$e_{gk}^{f\ddot{a}}$  = generaliserade kostnadse elasticitet för färdmedel  $f$  och ärende  $\ddot{a}$

$e_t^{f\ddot{a}}$  = restidse elasticitet för färdmedel  $f$  och ärende  $\ddot{a}$

$v^{f\ddot{a}}$  = genomsnitt hastighet för färdmedel  $f$  och ärende  $\ddot{a}$

$k^{f\ddot{a}}$  = rörliga kostnader per km för färdmedel  $f$  och ärende  $\ddot{a}$

$VoT^{f\ddot{a}}$  = restidsvärdering för färdmedel  $f$  och ärende  $\ddot{a}$

WebTag rapporterar att de generaliserade kostnadse elasticiteterna är vanligtvis mellan 10% och 50% högre än restidse elasticiteter. I Tabell 4 visas restidse elasticitet från Sampers för olika ärenden. Om man jämför värden med rekommendationer i WebTag (Tabell 3) så är elasticiteterna i Sverige mycket högre.

Tabell 6-2 Restidse elasticitet kilometer Sampers<sup>17</sup>

	Car, driver	Car, pass	PT	Bicycle	Pedestr	Total
<b>Work</b>	-0.758	-0.608	0.232	0.184	0.134	-0.589
<b>Other</b>	-0.567	-0.618	0.082	0.068	0.045	-0.504
<b>Recreation</b>	-0.797	-0.826	0.113	0.112	0.093	-0.719
<b>Visit</b>	-0.987	-0.941	0.122	0.094	0.079	-0.776
<b>School</b>	-0.338	-0.799	0.091	0.059	0.048	-0.083
<b>Business</b>	-0.792	-0.748	0.154	0.107	-	-0.673
<b>Total</b>	-0.748	-0.765	0.146	0.119	0.070	-0.579

För att räkna om restidse elasticiteterna i Tabell 4 till generaliserade kostnadse elasticiteter med Formel 1 behövs några parametrar. Beräkningar har gjorts med värden som finns i Tabell 5 som leder till kostnadse elasticitet, som i sin tur visas i Tabell 6. Tidsvärden är baserad på värden som används i SAMKALK, rörliga kostnader kommer från SAMPERS och genomsnittlig hastighet från TrafikAnalys (RES0506 data).

<sup>17</sup> Validation with reference to RIKS-RVU, without secondary destination

Tabell 6-3 Parameter för att beräkna generaliserad kostnadselasticitet.

Parameter	Värde	Enhet
Genomsnittlig hastighet	46.28	km/t
Rörliga kostnader	1.3	sek/km
Tidsvärde personbil privat	102	sek/t
Tidsvärde personbil privat regionalt	51	sek/t
Tidsvärde personbil tjänsteresor	275	sek/t
Tidsvärde personbil tjänsteresor regionalt	275	sek/t

Tabell 6-4 Generaliserad kostnadselasticitet.

	Car, driver	Car, pass	Car, driver regionalt	Car, pass regionalt
Work	-1.05	-0.84	-1.34	-1.07
Other	-0.78	-0.85	-1.00	-1.09
Recreation	-1.10	-1.14	-1.41	-1.46
Visit	-1.36	-1.30	-1.74	-1.66
School	-0.47	-1.10	-0.60	-1.41
Business	-0.90	-0.85	-0.90	-0.85

När elasticiteten ska beräknas kan man inte bara ta ett genomsnittligt värde av elasticiteter per ärende eftersom inte alla ärenden representerar lika många fordonskilometer. Man behöver då väga elasticitet per ärende med antal fordonskilometer per ärende. Dock har vi bara fordonskilometer för ärendetyperna "Work" och "Other". Därför har ett genomsnitt av alla andra ärenden än ärendetypen "Work" först beräknats till en "Other"-elasticitet och sedan har elasticiteterna för "Work" och "Other" vägts med fordonskilometer.

Tabell 6-5 Trafikarbete från Sampers.

	Car	Car Pass.
Work	4675304	354022
Other	1463925	584723

### Rekommendationer

Rekommendationen i det här arbetet är att använda en generaliserad reskostnadselasticitet av -1.01 om det inte finns information om lokala genomsnittliga hastigheter, restidvärderingar och konkurrens mellan bil och kollektivtrafik.

Tabell 6-6 Rekommenderade elasticitetsvärden.

	Låg färdmedel konkurrens	Hög färdmedel konkurrens
30-35 km/t	-1.03	-1.28
35-40 km/t	-1.08	-1.37
40-45 km/t	-1.13	-1.46
45-50 km/t	-1.15	-1.52
50-55 km/t	-1.22	-1.64
55-60 km/t	-1.26	-1.72

För att öka förståelsen för storleksordningen på inducerade effekter av olika typer av åtgärder skulle man mer ingående kunna studera inducerade efterfrågeeffekter för objekt som normalt bedömts med hjälp av EVA. Man skulle kunna koda in utvalda EVA-objekt från äldre åtgärdsplanering i en Sampers körning för att kunna se hur mycket trafik dessa antas generera enligt Sampers. Det skulle kunna vara intressant att studera hur mycket olika åtgärder samverkar eller kanske motverkar varandra. Om man i nästa steg kör dem var och en för sig skulle man få ett svar på den frågan. Man skulle med detta också kunna skilja på olika typer av objekt för att bättre kategorisera faktorer som gör att de skiljer sig åt med avseende på inducerad trafikefterfrågan och dess konsekvenser. Det skulle möjliggöra för Trafikverket att utreda och klargöra definitionen på stora och små objekt mot bakgrund av om EVA/Bansek eller Sampers/Samkalk bör användas för effektberäkning samt utifrån influensområden, marknadspåverkan etc.

## Användarhandledning till EVA-snurra

Nedan ses ett utdrag av användarhandledning för beräkningsverktyget i Excel.

Användarhandledning
<i>Vita rutor fylls i av användaren</i>
<i>Utgå från objektets EVA Grundrapport där effekter och trafiktal finns samlade.</i>
<b>1. Beräkning av förändrad resekostnad</b>
<i>Utgå från EVA-rapportens nyttoredovisning där effekterna finns beskrivna.</i>
<i>1a) Ange först reseuppföring (restidskostnader, fordonskostnader, godskostnader) för Basvägnätet och Utredningsvägnätet Prognosår 1.</i>
<i>Förändrad resekostnad beräknas sedan automatiskt.</i>
<b>2. Beräkning av resandeförändring</b>
<i>Resandeförändringen beräknas automatiskt utifrån redan angivet elasticitetsvärde.</i>
<b>3. Beräkning av inducerad del av resandeförändring</b>
<i>Utgå från EVA-rapportens effektredovisning.</i>
<i>3a) Ange trafikarbete för personbil och lastbil för basvägnät i Mfkm enligt EVA-rapport</i>
<i>Inducerad del av resandeförändringen beräknas automatiskt.</i>
<b>4. Effektberäkning</b>
<i>Emissioner, vägslitage och marginell olyckskostnad beräknas automatiskt.</i>
<b>5. Totala Externa effekter till följd av inducerad trafik</b>
<i>Totala externa effekter sammanställs automatiskt.</i>

Figur 6-1 Användarhandledning för beräkningsverktyget i Excel

## **6.2. Förslag till metoder för större objekt**

### **Förbättringar avseende kortsiktiga inducerade effekter**

Eftersom Sampers av fallstudierna att döma verkar fungera tillfredställande ser vi ingen anledning till att vi föreslår någon reell ändring av Sampers i detta avseende.

### **Förbättringar avseende långsiktiga inducerade effekter**

Vi har i projektet gått igenom tre möjliga metoder för att beräkna lokaliseringseffekter: potentialmodeller, Lusim och Markovkedjor. Diskussionen om vilken ansats som är ”bäst” är för lång för att ta här (för att kunna skapa sig en egen uppfattning om detta måste läsaren gå igenom kapitel 5). Däremot kan vi konstatera modellerna är olika långt från praktiskt tillämpning. För att ta fram en potentialmodell för hela landet och koppla den till en transportprognosmodell krävs väldigt mycket arbete. Att tillämpa Markovkedjeansatsen för förbifarter kräver främst att den kopplas till en transportprognosmodell. Lusim tillämpas redan idag.

## 7. Slutsatser/sammanfattning

Slutsatserna av tester av modellerna kan kort sammanfattas som:

- Sampers fungerar av fallstudierna att döma om med avseende på kortsiktiga effekter. Tidigare från varierande håll framförda tvivel/kritik av prognoser som underskattat trafikmängder redan på kort sikt verkar härstamma från modeller innan Sampers.
- EVA-modellen som inte alla hanterar inducerad trafik kan med hjälp av föreslagen beräkningssnurr "justeras" för att hantera externa trafikeffekter av inducerad trafik.
- Då det gäller de långsiktiga inducerad trafik råder betydligt mer delade meningar om hur detta kan modelleras och prognostiseras. Som slås fast i avsnitt 6.2 är modellerna mindre generellt användbara i sina nuvarande utvecklingsstadier och kräver oftast stor insats. För stora investeringsobjekt där stora effekter förväntas rekommenderas att man undersöker möjligheterna att med någon metod bedöma även de långsiktiga effekterna.
- Med tanke på det transportpolitiska målet om en långsiktigt hållbar transportförsörjning är den viktigaste slutsatsen från projektet att man tänker i termer av inducerade och andra trafikökningar tidigt i planerings- och åtgärdsvalsprocessen redan innan åtgärder går vidare till mer detaljerade effekt- och kalkylberäkningar. Se vidare rekommendationer om detta i projektets slutrapport.



Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1  
Telefon : 0771-921 921. Texttelefon: 0243-750 90

[www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se)