



Skattning av trafikarbetet i Stockholms innerstad och Stockholms län

Underlag till utvärdering av Stockholmsförsöket

Åsa Forsman
Mats Tjernkvist
Pontus Matstoms

Utgivare:  581 95 Linköping	Publikation: VTI rapport 532	
	Utgivningsår: 2006	Projektnummer: 50476
	Projektnamn: Trafikarbetet i Stockholm	
Författare: Åsa Forsman Mats Tjernkvist Pontus Matstoms	Uppdragsgivare: Trafikkontoret i Stockholm	
Titel: Skattning av trafikarbetet i Stockholms innerstad och Stockholms län – underlag till utvärdering av Stockholmsförsöket		
Referat (bakgrund, syfte, metod, resultat) max 200 ord: Som ett led i utvärderingen av Stockholmsförsöket ska trafikarbetet i april 2005 jämföras med trafikarbetet i april 2006. I den här rapporten presenteras resultaten från förmätningen (2005). Trafikarbetet i Stockholms innerstad och Stockholms län har skattats dels för vardagsdygn, dels för förmiddagens morgonrusning, här kallat maxperiod. Som vardagsdygn räknas tisdag, onsdag och torsdag. Maxperiod avser de tre timmarna mellan kl. 6 och kl. 9 på morgonen under vardagsdygn (tisdag–torsdag). Det skattade trafikarbetet avser antal fordonskilometer (fkm) som utförts av samtliga motorfordon förutom mopeder och motorcyklar. För innerstaden baseras trafikarbetskattningarna på en statistisk urvalsundersökning som bygger på observerade flöden i slumpmässigt utvalda mätpunkter. Resultatet för respektive tidsperiod presenteras med 95-procentiga konfidensintervall. Vardagsdygn 2 185 000 fkm +/- 153 000 fkm Maxperiod 387 700 fkm +/- 31 900 fkm Trafikarbetskattningarna för Stockholms län bygger på en modellbaserad metod där resultaten har justerats mot uppmätta flöden. Denna metod medger inte att konfidensintervall beräknas, därför presenteras endast totalskattningar av trafikarbetet för respektive tidsperiod. Vardagsdygn 24 320 000 fkm Maxperiod 5 235 000 fkm		
ISSN: 0347-6030	Språk: Svenska	Antal sidor: 26 + 2 bilagor

Publisher:  SE-581 95 Linköping Sweden	Publication: VTI rapport 532	
	Published: 2006	Project code: 50476
	Project: Traffic volume in Stockholm	
Author: Åsa Forsman Mats Tjernkvist Pontus Matstoms		Sponsor: Trafikkontoret i Stockholm
Title: Estimation of the total traffic volume in Stockholm – a part of the evaluation of the Stockholm trials		
Abstract (background, aims, methods, results) max 200 words: As a part of the evaluation of the Stockholm trials, the traffic volume in April 2005 will be compared with the traffic volume in April 2006. The results from the before study is presented in this paper. The total number of vehicle-kilometres produced within the inner city of Stockholm and in Stockholm County was estimated, both for the morning rush hour period (between 6 am and 9 am) and the full twenty-four hours. Tuesdays, Wednesdays, and Thursdays were here regarded as weekdays. The estimated traffic volume includes all motor vehicles, except mopeds and motorcycles. The estimation of the traffic volume in the inner city is based on a survey where traffic flow has been observed at randomly selected road sites. The results are presented with 95 per cent confidence intervals. Weekday 2 185 000 km +/- 153 000 km Morning rush hour 387 700 km +/- 31 900 km The corresponding estimates for the County are calculated with a model-based method where the results have been adjusted to observed traffic flow. This method does not provide confidence intervals; therefore, only estimates of the total number of vehicle-kilometres are presented. Weekday 24 320 000 km Morning rush hour 5 235 000 km		
ISSN: 0347-6030	Language: Swedish	No. of pages: 26 + 2 App.

Förord

Föreliggande rapport ingår i underlaget till utvärderingen av Stockholmsförsöket och redovisar en uppskattning av trafikarbetet i Stockholms innerstad och Stockholms län i april 2005. Rapporten beskriver också de statistiska och modellbaserade metoder som använts för uppskattningen.

Projektet har genomförts på uppdrag av Trafikkontoret i Stockholm och i samarbete mellan VTI och Vägverket Konsult. I huvudsak har VTI utfört beräkningar i samband med den statistiska metoden och Vägverket Konsult har genomfört modellberäkningar. Rapportens huvudförfattare är Åsa Forsman (VTI) och Mats Tjernkvist (Vägverket Konsult). Pontus Matstoms (VTI) har varit projektledare.

Projektledare hos uppdragsgivaren har varit Siamak Baradaran.

Linköping januari 2006

Pontus Matstoms

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Inledning	9
2 Det undersökta vägnätet och trafikarbetsmått	11
2.1 Emme/2-nätet	11
2.2 Trafikarbetsmått	12
3 Flödesmätningar	13
4 Metod	14
4.1 Statistisk urvalsundersökning	14
4.2 Modellberäkningar	20
5 Resultat	24
6 Diskussion	25
Referenser	26
Bilaga 1 Resultat av flödesmätningar i de slumpmässigt utvalda punkterna	
Bilaga 2 De observerade länkarnas placering i Stockholms län	

Skattning av trafikarbetet i Stockholms innerstad och Stockholms län – underlag till utvärdering av Stockholmsförsöket

av Åsa Forsman, Mats Tjernkvist* och Pontus Matstoms
VTI
581 95 Linköping

Sammanfattning

Som ett led i utvärderingen av Stockholmsförsöket har trafikarbetet beräknats för Stockholms innerstad och Stockholms län. Försöket innebär bland annat att en avgift kommer att tas ut för motorfordon som kör in eller ut ur innerstaden under dagtid på vardagar. Denna del av försöket kommer att pågå från och med 3 januari 2006 till och med 31 juli samma år. I Stockholmsförsöket ingår också utökad kollektivtrafik och fler och förbättrade infartsparkeringar.

I den här rapporten presenteras resultaten från en förmätning som gjordes under april 2005. En eftermätning kommer att genomföras i april 2006.

Det totala väg- och gatunätet i Stockholm har begränsats till de länkar som ingår i det så kallade Emme/2-nätet, som ofta används för trafikanalyser. Detta nät täcker i princip huvudvägnätet med alla gator och vägar som har någon form av genomfartstrafik. För detta nät har trafikarbetet skattats, dels för vardagsdygn och dels för förmiddagens morgonrusning, här kallad maxperiod. Som *vardagsdygn* räknas tisdag, onsdag och torsdag. *Maxperiod* avser de tre timmarna mellan kl. 6 och kl. 9 på morgonen under vardagsdygn (tisdag–torsdag). Det skattade trafikarbetet avser antal fordonskilometer (fkm) som utförts av samtliga motorfordon förutom mopeder och motorcyklar.

För innerstaden baseras trafikarbetskattningarna på en statistisk urvalsundersökning som bygger på observerade flöden i slumpmässigt utvalda mätpunkter. Totalt valdes 52 stycken punkter, men från 12 av dessa saknas observationer eftersom mätutrustning inte kunde läggas ut på dessa platser. Resultatet för respektive tidsperiod presenteras med 95-procentiga konfidensintervall.

Vardagsdygn	2 185 000 fkm ± 153 000 fkm
Maxperiod	387 700 fkm ± 31 900 fkm

Trafikarbetskattningarna för länet bygger på en modellbaserad metod där resultaten har justerats mot uppmätta flöden. Totalt har observationer från 160 punkter i hela länet använts för justeringen. Denna metod medger inte att konfidensintervall beräknas, därför presenteras endast totalskattningar av trafikarbetet för respektive tidsperiod.

Vardagsdygn	24 320 000 fkm
Maxperiod	5 235 000 fkm

Den statistiska urvalsundersökningen har två fördelar gentemot modellansatsen. Dels beror den inte på antaganden om resmönster, dels kan man

* Vägverket Konsult

beräkna den osäkerhet som beror på att man endast har mätt flödet i ett urval av punkter på vägnätet. Denna bedömdes därför som den mest önskvärda metoden av de två och användes för att skatta trafikarbetet i Stockholms innerstad. Metoden kräver dock mätvärden från ett stort antal slumpmässigt valda punkter och var därför inte möjlig att använda i hela Stockholms län. Den modellbaserade metoden kan däremot utnyttja punkter från det mätprogram som ligger till grund för att utvärdera andra aspekter på Stockholmsförsöket, därför användes den metoden för att skatta trafikarbetet i Stockholms län.

Estimation of the total traffic volume in Stockholm – a part of the evaluation of the Stockholm trials

by Åsa Forsman, Mats Tjernkvist* and Pontus Matstoms
VTI
SE-581 95 Linköping

Summary

The total number of vehicle-kilometres produced in the inner city of Stockholm and Stockholm County has been estimated, as part of the evaluation of the Stockholm trials. The trials include congestion charges that will be made for passage into and out of the inner city during day-time on weekdays. This part of the trials will start on 3 January, 2006, and continue until 31 July the same year. The Stockholm trials also include extended public transportation and new and improved park-and-ride facilities.

The results from a before-study conducted in April 2005 are presented in this report. An after-study will be conducted in April 2006.

The full road network in Stockholm was limited to the roads that are included in the so called Emme/2-net, which is often used in traffic analyses. This net covers the most important roads and includes all roads with some sort of through traffic. The total traffic volume for an average weekday in the observation period was estimated, both for the morning rush hour period (between 6 am and 9 am) and the full twenty-four hours. Tuesdays, Wednesdays, and Thursdays were here regarded as weekdays. The estimated traffic volume includes all motor vehicles, except mopeds and motorcycles.

The estimation of the total vehicle-kilometres produced in the inner city is based on a statistical survey where the traffic flow has been observed at randomly selected road sites. A total of 52 sites were selected. However, data were missing from 12 of the sites due to problems when placing the measurement equipments. The results are presented with 95 per cent confidence intervals.

Weekday	2 185 000 km ± 153 000 km
Morning rush hour	387 700 km ± 31 900 km

The corresponding estimates for Stockholm County are calculated with a model-based method where the results have been adjusted to observed traffic flow. Observations from 160 sites, spread out in the whole County, were used for the adjustment. The model-based method does not allow for confidence intervals to be calculated; therefore, only estimates of the total number of vehicle-kilometres are presented.

Weekday	24 320 000 km
Morning rush hour	5 235 000 km

The statistical survey does not, as opposed to the model-based method, depend on assumptions of travel patterns. Another advantage of the survey is the

* Vägverket Konsult

possibility to calculate the uncertainty in the results due to the fact that the flows only have been observed in a sample of roads. Therefore, the statistical survey is to prefer in this application and it was used to estimate total vehicle kilometres in the inner city. This method, however, requires observed traffic flow from a relatively large number of randomly sampled road sites, and it was not possible to use in Stockholm County. The model-based method could use data from a large measuring program that is used to evaluate a number of other aspects of the Stockholm trials. Therefore, this method was used to estimate the traffic volume in Stockholm County.

1 Inledning

Den 3 januari 2006 inleds ett försök med miljöavgifter i Stockholm. Försöket pågår till och med 31 juli samma år och innebär att en avgift tas ut för de motorfordon som kör in och ut ur Stockholms innerstad under dagtid på vardagar. Ett antal fordon är dock undantagna från avgift, till exempel motorcyklar, miljöbilar och taxibilar. Miljöavgifterna ingår som en del i det som kallas för Stockholmsförsöket. De andra delarna är utökad kollektivtrafik och fler och förbättrade infartsparkeringar. Stockholmsförsöket i sin helhet inleddes den 22 augusti 2005 med utökad kollektivtrafik och avslutas formellt den 31 juli 2006. Kollektivtrafiksatsningen kommer dock att fortsätta till 31 december 2006. Huvudmålen för försöket är att minska trängseln, öka framkomligheten och förbättra miljön.

Utvärderingen av försöket med miljöavgifter kräver uppföljning av en rad olika aspekter på trafik och transporter, till exempel effekter på resmönster, kollektivtrafik, miljö och påverkan på näringsliv och handel. Därutöver är det av särskilt intresse att i detalj följa upp effekter på fordonstrafik och trängsel. De variabler som i första hand har lyfts fram är

- *restider* mellan valda start- och målpunkter
- *trafikflöde* och *medelhastighet* vid valda punkter
- *trafikarbete*.

Den här rapporten behandlar enbart trafikarbetet, se Modig m.fl. (2005) för en sammanfattning av förmätningarna av övriga uppföljningsvariabler. Med trafikarbete menas den sammanlagda sträckan samtliga fordon inom området tillryggalägger under en viss tid. Om man delar in det aktuella vägnätet i ett antal homogena väglänkar med konstant flöde för hela länken kan trafikarbetet (TA) uttryckas som

$$TA = \sum_{i \in \{\text{väglänkar}\}} \text{längd}_i \cdot \text{flöde}_i.$$

där längd_i är längden på väglänk i .

Med flöde menas här antal fordon som trafikerar vägen. För beräkning av trafikarbete krävs alltså en fullständig beskrivning av vägnätet inom det aktuella området med uppgifter om respektive länks längd och trafikflöde. Eftersom detta i praktiken inte är möjligt att mäta får man nöja sig med uppskattningar av trafikarbetet. I den här rapporten används två olika angreppssätt: en statistisk urvalsundersökning och en modellbaserad metod.

Den statistiska urvalsundersökningen bygger på att flödet mäts i ett antal slumpmässigt utvalda punkter. Resultaten från dessa mätningar räknas sedan upp för att motsvara hela det utvalda vägnätet. Att skatta trafikarbetet på det här sättet är relativt ovanligt men ett antal studier finns publicerade, se till exempel Forsman (1996), Rätty och Leviäkangas (1999) och Bowling & Aultman-Hall (2003).

I den modellbaserade metoden skattas antal resor av olika typ som görs mellan olika platser i det undersökta området. Skattningen görs med hjälp av en modell samt uppmätta flöden på utvalda länkar. Dessa resor läggs sedan ut på vägnätet

och trafikflödet uppskattas på samtliga länkar i nätet, vilket i sin tur ger en uppskattning av trafikarbetet.

Huvudsyftet med studien är att skatta förändringen av trafikarbetet mellan en period innan försöket startar och en period medan försöket pågår. Förmätningarna genomfördes i april 2005 och det är resultaten från dessa mätningar som presenteras här.

Det totala väg- och gatunätet i Stockholm har begränsats till de länkar som ingår i det så kallade Emme/2-nätet, som ofta används för trafikanalyser. Detta nät täcker i princip huvudvägnätet med alla gator och vägar som har någon form av genomfartstrafik. Skattningar tas fram dels för Stockholms innerstad och dels för Stockholms län.

2 Det undersökta vägnätet och trafikarbetsmått

Det undersökta vägnätet är det så kallade Emme/2-nätet som beskrivs i avsnitt 2.1. Två olika geografiska områden har studerats, Stockholms innerstad och Stockholms län. Med Stockholms innerstad menar vi här den del av vägnätet som ligger innanför de planerade betalstationerna. I avsnitt 2.2 beskrivs de undersökta trafikarbetsmåten.

2.1 Emme/2-nätet

Det nät som har använts för såväl den statistiska skattningen som modellberäkningarna är ett nät som finns uppbyggt i nätanalyssystemet Emme/2 för Stockholmsområdet. Nätet täcker de gator och vägar som bedömts som viktiga för att beskriva trafiken i området och i princip ingår huvudvägnätet (både det kommunala och statliga) med alla gator och vägar som har någon form av genomfartstrafik. I Stockholms innerstad (*Figur 1*) är nätet mer detaljerat än i länets ytterområden (*Figur 2*).



Figur 1 Länkar i Stockholms innerstad som ingår i Emme/2 nätet.



Figur 2 Länkar i Stockholms län som ingår i Emme/2-nätet.

2.2 Trafikarbetsmått

Två parametrar har skattats, dels totalt trafikarbete för vardagsdygn och dels trafikarbetet under morgonrusningen, här kallad maxperiod.

Som **vardagsdygn** räknas tisdag, onsdag och torsdag. Måndagar och fredagar har inte tagits med eftersom de har avvikande resmönster.

Maxperiod avser de tre timmarna mellan kl. 6 och kl. 9 på morgonen under vardagsdygn (tisdag–torsdag). Denna period är intressant att studera då den täcker in morgonens rusningstrafik.

Mätningarna genomfördes under april 2005 och på grund av säsongsvariation representerar resultaten endast trafiken under mätperioden.

Det skattade trafikarbetet avser i princip alla motorfordon utom moped och motorcykel. Det händer dock att vissa tunga motorcyklar registreras i flödesmätningarna, dessa klassas då som personbil. Detta problem bör dock vara försumbart, speciellt i april månad då motorcykeltrafiken är låg.

3 Flödesmätningar

Såväl den statistiska urvalsundersökningen som modellberäkningarna baseras på observerade flöden i ett antal mätpunkter. Den statistiska ansatsen baseras helt på slumpmässigt valda punkter i innerstaden, urvalsmetoden beskrivs i detalj i 4.1. För den modellbaserade ansatsen används dels de slumpmässigt valda punkterna, dels ett stort antal andra punkter som är fördelade över hela Stockholms län. De senare punkterna används också för att utvärdera Stockholmsförsöket med avseende på andra aspekter än trafikarbetet. Dessa punkter är valda för att täcka de strategiskt viktigaste vägarna och gatorna. Som komplement i de mer perifera delarna av länet har även några punkter på det statliga vägnätet som normalt används för att skatta ÅDT (årsmedeldygnstrafik) tagits med.

Mätdata har levererats från Trafikkontoret (en del av det tidigare Gatu- och fastighetskontoret), Vägverket Region Stockholm samt Vägverket Konsult. Flödesmätningar har utförts med tre olika mätmetoder: slangmätningar, induktiva slingor samt radardetektorer. Majoriteten av punkterna är dock mätta med slang.

Slangmätningar är den metod som används för till exempel ÅDT-skattningarna på statligt vägnät. Dessa mätningar utförs genom att två luftslangar spänns över vägen vid mätpunkten. Till luftslangarna kopplas en analysator som räknar antalet passerande fordon genom att registrera de pulser som respektive fordon ger upphov till när de kör över slangarna. Slangmätningarna har gjorts med två olika metoder. De två metoderna skiljer sig bland annat åt med avseende på avståndet mellan slangarna och den programvara som används för att omvandla pulser till fordon.

Induktiva slingor fräses ned i beläggningen och registrerar den förändring i magnetfältet som uppstår när ett fordon passerar. Induktiva slingor används till exempel vid Vägverkets fasta trafikarbetsförändringspunkter samt vid Stockholms stads fasta mätpunkter.

Radardetektorer mäter antal passerande fordon samt hastighet genom radartechnologi. MCS-systemet (Motorway Control System) i Stockholm registrerar fordon med hjälp av denna teknik.

Att flödesmätningarna har utförts med olika mätmetoder innebär att en viss systematisk avvikelse kan finnas mellan de observerade flödena. Det går dock inte att uttala sig om hur stor denna avvikelse skulle kunna vara. Respektive utförare av flödesmätningar har utfört någon form av kvalitetsgranskning av sina resultat innan dessa har använts i beräkningarna i denna rapport.

Att utföra slangmätningar i trängsel och innerstadsmiljö kan vara problemfyllt. Ett moment som kan ge upphov till fel är när pulser från slangar ska kombineras ihop till fordon, denna matchning är speciellt svår när fordonen passerar med låg hastighet. Eftersom fordon med olika många hjulpar ger upphov till olika många pulser kan en felaktig översättning från pulser till fordon ge upphov till fel i totalt antal fordon.

Utvärderingar av slangmätningarna, utförda av Vägverket Konsult och Trafikkontoret, har visat att såväl under- som överskattningar av flödena förekommer. Hur stor effekten blir på maxperiods- eller dygnsnivå kan dock inte beräknas från den utvärderingen.

4 Metod

Två metoder har använts för att skatta trafikarbetet; en statistisk urvalsundersökning och en modellbaserad metod. Urvalsundersökningen har fördelen att resultaten inte beror på några antaganden om resmönster vilket den modellbaserade metoden gör. Man kan också bestämma den osäkerhet som beror på att man inte mäter i alla punkter på vägnätet. För att få en hög precision i dessa skattningar krävs dock observationer från ett relativt stort antal slumpmässigt valda punkter och denna metod har därför endast använts för att skatta trafikarbetet i innerstaden. För att skatta trafikarbetet för Stockholms län har den modellbaserade metoden använts.

De två metoderna beskrivs i avsnitt 4.1 och 4.2 nedan.

4.1 Statistisk urvalsundersökning

Den statistiska urvalsundersökningen bygger på ett slumpmässigt urval av punkter i innerstadens gatunät. Observerade flöden i dessa punkter har sedan räknats upp för att motsvara trafikarbetet på hela nätet.

4.1.1 Urvalsram

Undersökningspopulationen begränsades till det gatunät som beskrivs av Emme/2-nätet. Fördelen med detta val av population var att det redan existerade en förteckning av länkarna i detta nät, samt uppgift om varje länks längd. Att inkludera det resterande gatunätet skulle kräva ett omfattande kartläggningsarbete. För varje länk fanns också ett modellberäknat flöde. Denna hjälpinformation har varit mycket värdefull då den både har använts för att ordna urvalsramen och för att förbättra precisionen i skattningarna. Det är dock viktigt att poängtera att dessa beräknade flöden kommer från tidigare uppskattningar och inte sammanfaller med de modellbaserade skattningar som beskrivs i den här rapporten.

Varje länk i Emme/2-nätet har en specifik riktning och definieras med en till- och en frånnod. Eftersom riktningen inte var intressant i den här studien har de ursprungliga länkarna matchats ihop till dubbelriktade länkar i de fall där det förekommer dubbelriktad trafik.

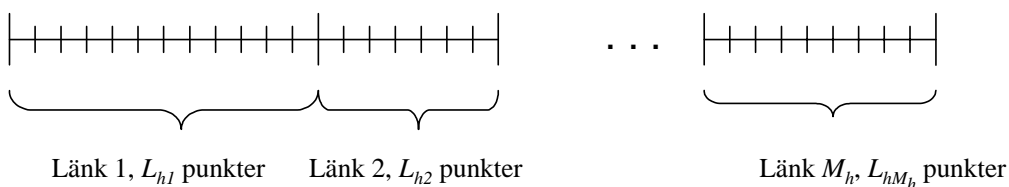
I modellberäkningarna behandlas länkarna som om de vore homogena med avseende på trafikmängd, till varje länk har alltså endast ett flöde beräknats. I praktiken kan dock flödet variera mellan olika delar av länken eftersom det ofta finns flera korsande gator där trafik kan tillkomma eller försvinna. Gatunätet delades därför in i enmeterssträckor där varje sträcka ses som en urvalsenhet. Dessa enmeterssträckor kallas i fortsättningen för punkter och antal punkter i urvalsramen är alltså lika med vägnätets totala längd i meter.

4.1.2 Urvalsmetod

Länkarna i Emme/2-nätet är indelade i fyra olika kategorier: överordnat, primärt, sekundärt och lokalt nät. Observera att dessa kategorier inte är direkt jämförbara med de trafiktekniska termer som brukar användas för att beskriva gatunätet (Vägverket, 2004). En undersökning av de beräknade flödena visade att medelflödet i de fyra kategorierna successivt minskade från det överordnade till det lokala nätet och att variationen i flöde på länkarna inom varje kategori var mindre än den totala variationen. Urvalet stratifierades därför efter dessa

väggkategorier och inom varje stratum drogs sedan ett systematiskt urval av punkter.

Det systematiska urvalet drogs på följande sätt. Först sorterades länkarna efter stigande flöde (här avses det tidigare beräknade flödet). Varje länk betraktades som L_{hi} punkter (enmeterssträckor), där L_{hi} är längden i meter för länk i i stratum h . Stratum h bestod av totalt L_h punkter vilket är den sammanlagda länklängden för alla M_h länkar i stratumet, se Figur 3.



Figur 3 Sorterad urvalsram för dragning av mätpunkter i stratum h . Länkarna sorterades efter stigande flöde och varje enmetersintervall betraktades som en punkt på vägnätet.

Den första mätpunkten i stratum h valdes slumpmässigt bland alla enmeterssträckor. Sedan togs var k_h :te punkt i den sorterade urvalsramen. Praktisk kan man se urvalsramen som en cirkel där den sista punkten följs av den första så när en vald punkts läge överskrider den totala längden fortsätter man från början igen. Steglängden, k_h , beräknades som L_h/n_h avrundat till närmaste heltal, där n_h betecknar urvalsstorleken. Det här sättet att dra systematiskt urval kallas Lahiris metod. Fördelen med att dra ett systematiskt urval är att man sprider ut punkterna i vägnätet och undviker att få två närliggande punkter. I den efterföljande skattningen har dock urvalet behandlats som om det vore draget med obundet slumpmässigt urval (OSU). Separata urval togs fram för vart och ett av de fyra stratumen. Urvalsstorleken i varje stratum bestämdes genom Neymanallokering, en metod som tar hänsyn till att olika stratum har olika stor varians (se t.ex. Cochran, 1977). Variansen beräknades för de modellberäknade flödena. Totalt valdes 52 mätpunkter, i *Tabell 1* visas urvalsstorlek för varje stratum och total länklängd.

Tabell 1 Urvalsstorlek och total länklängd för varje stratum.

Stratum	Urvalsstorlek (n_h)	Total länklängd (L_h) (m)
Överordnat vägnät ($h=1$)	8	6 750
Primärt vägnät ($h=2$)	10	11 110
Sekundärt vägnät ($h=3$)	25	64 620
Lokalt vägnät ($h=4$)	9	43 120
Totalt	52	125 600

Alla mätningar utfördes under april 2005. Det gjordes inget slumpmässigt urval av tidsperioder utan de olika punkternas mätperiod bestämdes utifrån praktiska

överväganden. Olika punkter mättes under olika långa perioder och olika delar av månaden.

4.1.3 Flödesmätningar

Här redovisas resultatet av flödesmätningarna i de 52 slumpvis utvalda punkterna. Majoriteten av punkterna har mätts med slang, men i 6 punkter har andra metoder använts (radardetektorer och induktiva slingor). Data levererades som totalt flöde för varje mätt 15-minutersperiod. Flödet redovisades separat för olika riktningar.

Bortfall

Av de 52 punkterna var det flera som inte kunde mätas. I 12 punkter saknades helt mätningar från vardagsdygn. De saknade punkterna fördelade sig på de olika stratumerna så att 4 punkter saknades i stratum 1, 7 saknades i stratum 3 och 1 saknades i stratum 4. Skälen till bortfallet var oftast att det inte gick att lägga ut mätutrustningen på grund av trafiksituationen; antingen var det hinder på gatan i form av parkerade bilar och liknande eller också kunde man inte arbeta på gatan på grund av säkerhetsskäl. I en del av de resterande 40 punkterna förekommer partiellt bortfall, alltså att flödesuppgifter saknas under begränsade tidsperioder. Sådant bortfall kan bero på tillfälliga fel på mätutrustningen.

En av de utvalda punkterna låg på en gata som var avstängd på grund av vägarbete. Det är oklart hur avstängningen påverkade trafiken på resterande gatunät, men vi antog att trafiken som skulle ha gått på den avstängda gatan fördelade sig på andra gator så att det totala trafikarbetet inte påverkades. Den totala mängden trafik är då densamma och för att inte förlora en mätpunkt ersattes den aktuella punkten med en annan punkt. Ersättningspunkten drogs bland punkter från fem stycken länkar som hade samma beräknade flöde som länken med den ursprungliga punkten. Urvalet gjordes i två steg, först drogs en länk och sedan drogs en punkt på den utvalda länken. I första steget sattes urvalssannolikheter proportionella mot länkarnas längd och i andra steget sattes samma urvalssannolikheter för alla punkter på länken.

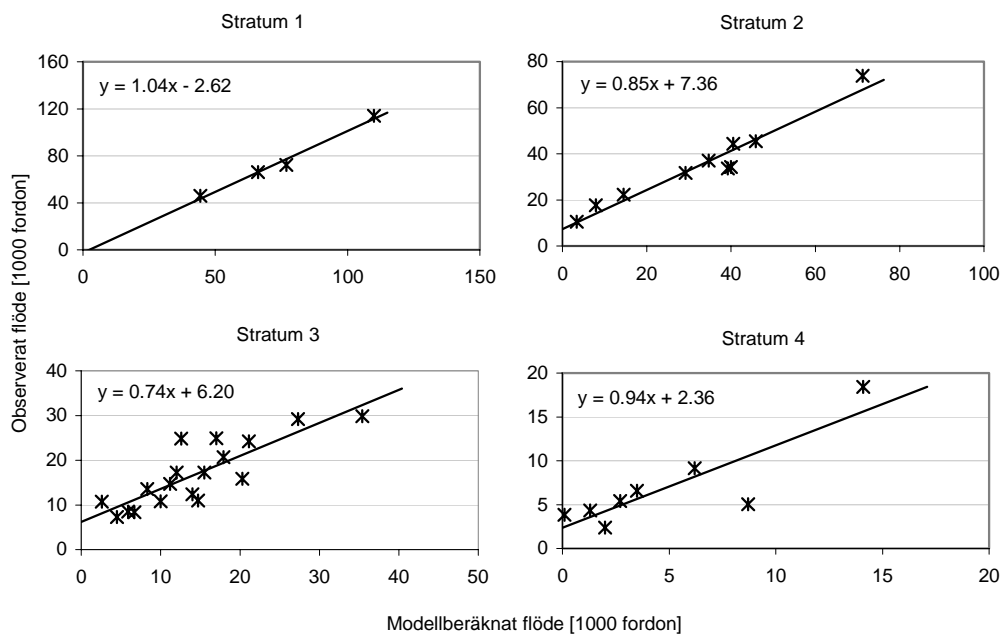
För punkter helt utan mätbortfall beräknades flödet för vardagsdygn som medelvärdet av totalflödet för alla mätta vardagsdygn. Antal mätta dygn varierade från 1 till 9 stycken men vanligast var att 2 eller 3 dygn mättes. På samma sätt beräknades flödet för maxperioden som medelvärdet av totalflödet under denna period varje vardagsdygn. När det gäller punkter med partiellt bortfall behandlades dessa lite olika beroende på bortfallets omfattning och mönster. Det förekom partiellt bortfall i 7 av de observerade 40 punkterna och huvudprincipen var att stryka hela det dygn eller den maxperiod där det saknades värden. Man tog dock hänsyn till de olika riktningarna så om en punkt mätts under två dygn och det förekom partiellt bortfall under ett av dyggen i ena riktningen betyder det att den ena riktningens flödesmått baserades på ett dygn och den andra riktningen på två dygn. Sedan summerades riktningarna för att få ett flöde som representerade punkten.

För några punkter ledde användningen av huvudprincipen till att det inte blev några mätdygn kvar. Dessa specialbehandlades därför. Om det fanns mätningar från alla tidpunkter på dygnet men från olika dagar så beräknades först medelvärdet för varje 15-minutersperiod. Sedan summerades dessa medelvärden över hela dygnet. Om det inte gick att få ihop värden för alla 15-minutersperioder så räknades flödet upp med hjälp av dygnskurvor. Antag till exempel att det

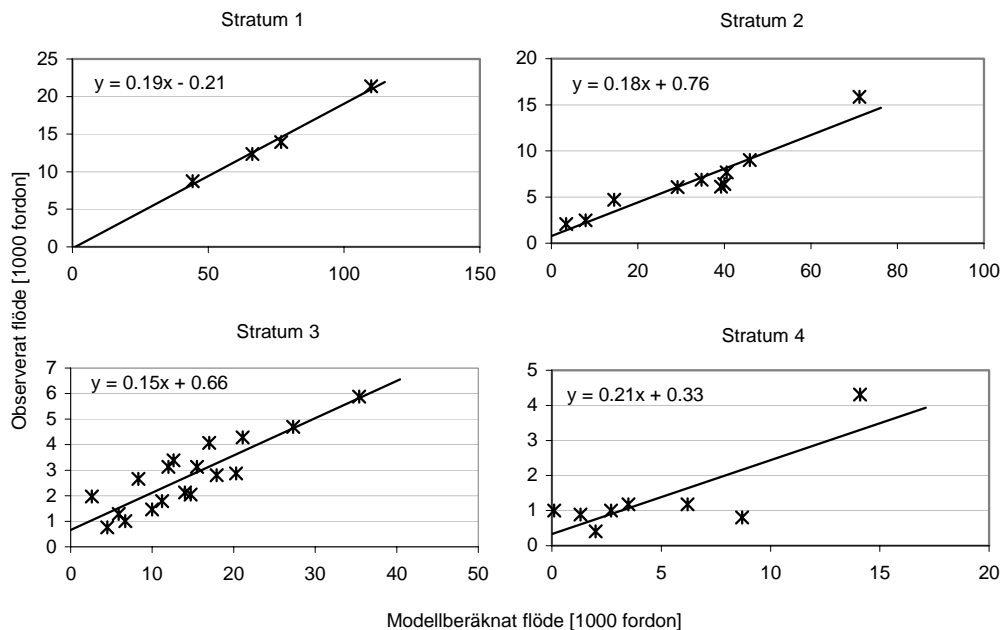
fattades mätningar från en timme under dygnet; då beräknades denna timmes relativa flöde från en extern dygnskurva. En sådan dygnskurva togs från lämplig källa, till exempel samma punkt men motsatt riktning, eller samma punkt mätt vid annan tid på året. Här gjordes en bedömning för varje punkt.

Jämförelse mellan observerade och beräknade flöden

I *Tabell 2* i Bilaga 1 presenteras observerade och beräknade flöden för de utvalda punkterna. De observerade flödena på dygnsnivå visade sig stämma väl överens med de beräknade flödena. Eftersom det fanns beräknade flöden för alla punkter på vägnätet kunde vi använda dessa som hjälpinformation för att skatta det totala trafikarbetet. Detta beskrivs närmare i avsnitt 4.1.4. Relationen mellan de observerade och beräknade flödena illustreras i *Figur 4* och *Figur 5*. I *Figur 4* visas sambandet mellan det observerade och det beräknade dygnsflödet i var och ett av de fyra stratum. En enkel linjär regressionsmodell har anpassats till punkterna; linjen och dess ekvation visas också i respektive diagram. Anpassningen är mycket bra för stratum 1 och 2, och även för de andra stratum är anpassningen god. I *Figur 5* visas motsvarande diagram för observerade flöden under maxperiod. Notera dock att de beräknade flödena fortfarande är på dygnsnivå då vi inte hade tillgång till dessa data för andra tidsperioder.



Figur 4 Jämförelse mellan observerat och beräknat flöde för vardagsdygn.



Figur 5 Jämförelse mellan observerat flöde för maxperiod och beräknat flöde för vardagsdygn.

4.1.4 Skattningsmetod

I avsnitt 4.1.3 visades att det fanns ett starkt samband mellan observerade och beräknade flöden som väl kan representeras av en linjär regressionsmodell. Detta utnyttjas här för att ta fram så kallade regressionskattningar för de två undersökningsparametrarna (trafikarbete för vardagsdygn och trafikarbete för maxperiod). Det finns två syften med att använda regressionskattningar i det här fallet, dels för att förbättra precisionen i skattningarna och dels för att justera för bortfallet. Regressionskattningar ger i regel bättre precision än skattningar som inte utnyttjar hjälpvariabler. Precisionen blir bättre ju starkare sambandet mellan undersökningsvariabeln och hjälpvariabeln är. Regressionskattningen innebär också att en justering görs för bortfallet. Antag att punkter med lågt flöde hade varit överrepresenterade i bortfallet, en ”ren uppräknig” hade då gett en överskattning av det totala trafikarbetet. I regressionskattningen korrigeras denna snedfördelning av bortfallet. Denna korrigerig är dock bara korrekt om relationen mellan undersöknings och hjälpvariabeln ser likadan ut för de punkter som tillhör bortfallet som för de observerade punkterna.

En nackdel med regressionskattningen är att den inte är väntevärdesriktig. I korthet innebär detta att om undersökningen upprepas ett stort antal gånger kommer medelvärdet av resultaten inte att närma sig det sanna värdet utan ett värde som ligger en bit ifrån den sanna värdet. Skillnaden mellan dessa värden kallas bias. Detta är en effekt av att vi utnyttjade en hjälpvariabel för att förbättra precisionen i skattningarna. I det här fallet borde biasen vara liten eftersom flödet är mätt i relativt många punkter och eftersom regressionslinjens anpassning är god.

Nedan presenteras de formler som har använts för att beräkna regressionskattningarna och dess varians. Beräkningarna är gjorda i enlighet med de formler som presenteras i Cochran (1977) s. 200–203. Formlerna har dock justerats för att gälla skattning av totaler i stället för av medelvärden, därför

återges de här. Vissa beteckningarna har ändrats för att passa in med tidigare använd notation i den här rapporten. Ett test av lutningskoefficienterna visade ingen signifikant skillnad mellan koefficienterna i olika stratum. Därför har en gemensam koefficient använts för alla stratum.

Följande beteckningar används:

- L totalt antal punkter (enmeterssträckor) på vägnätet vilket här motsvarar den totala längden av alla länkar
- L_h totalt antal punkter i stratum h
- y_{hi} det observerade flödet i punkt i , stratum h
- \bar{y}_h medelvärdet av de observerade flödena i stratum h
- x_{hi} det modellberäknade flödet i punkt i , stratum h
- \bar{x}_h medelvärdet av de modellberäknade flödena i de utvalda punkterna i stratum h
- TA_{MOD} det modellberäknade trafikarbetet för hela vägnätet
- n_h antal observerade punkter i stratum h
- H totalt antal stratum

Det totala trafikarbetet, TA , skattas som

$$T\hat{A} = y_{st} + b(TA_{MOD} - x_{st}) \quad (1)$$

där $y_{st} = \sum_{h=1}^H L_h \bar{y}_h$ och $x_{st} = \sum_{h=1}^H L_h \bar{x}_h$. Den gemensamma lutningskoefficienten, b ,

beräknas som

$$b = \frac{\sum_{h=1}^H \frac{W_h^2}{n_h(n_h-1)} \sum_{i=1}^{n_h} (y_{hi} - \bar{y}_h)(x_{hi} - \bar{x}_h)}{\left[\sum_{h=1}^H \frac{W_h^2}{n_h(n_h-1)} \sum_{i=1}^{n_h} (x_{hi} - \bar{x}_h)^2 \right]} \quad (2)$$

där $W_h = L_h/L$. Eftersom antal observerade punkter i förhållande till totalt antal punkter i varje stratum är mycket litet så tas här ändlighetskorrektionen som finns med i ursprungsformlerna bort. Variansen för $T\hat{A}$ skattas som

$$\hat{V}(T\hat{A}) = \sum_{h=1}^H \frac{LW_h^2}{n_h(n_h-1)} \sum_{i=1}^{n_h} [(y_{hi} - \bar{y}_h) - b(x_{hi} - \bar{x}_h)]^2 \quad (3)$$

Slutligen beräknas ett 95-procentigt konfidensintervall som

$$T\hat{A} \pm 1.96\sqrt{\hat{V}(T\hat{A})} \quad (4)$$

4.1.5 Felkällor

I en urvalsundersökning förekommer flera typer av felkällor som kan påverka resultatet. Konfidensintervallet som presenteras i samband med skattningarna visar osäkerheten som uppstår för att man endast har undersökt ett urval av alla punkter på vägnätet. Förutom detta tillkommer ett antal fel som brukar kallas icke-urvalsfel.

Ramfel uppstår när det är fel i den förteckning som används för att dra urvalet, i det här fallet alltså förteckningen av länkar i Emme/2-nätet. Ett fel som kan förekomma är att den angivna länklängden inte stämmer med verklig länklängd. Om en länk har för lång angiven sträcka betyder det att det är för stor sannolikhet att en punkt på denna länk kommer med i urvalet.

Mätfel uppstår när det är fel i det uppmätta flödet eller om man mätt vid fel plats. Till viss del påverkar mätfelen den osäkerhet som uttrycks i konfidensintervallet, men om till exempel mätningen gjorts vid fel plats kan det ge ett systematiskt fel i skattningen. Mätningarna i de olika punkterna har skett i ett urval av dygn under månaden och dessutom har olika punkter mätts under olika lång tidsperiod, förmodligen har detta endast marginell betydelse eftersom det är så liten variation mellan olika vardagsdygn, speciellt i förhållande till variationen mellan olika länkar.

Bortfallsfel uppstår när observationer helt eller delvis faller bort. I den här studien är bortfallet ett stort problem eftersom 12 av 52 mätplatser helt fallit bort. Försök har gjorts för att justera för bortfallet vilket beskrivs i 4.1.4. Det går dock inte att säga i vilken mån justeringen har lyckats och hur mycket bortfallet har påverkat de slutliga resultaten.

Bearbetningsfel uppstår på grund av felaktig hantering av data såsom fel i beräkningar och dataöverföring. För att minimera beräkningsfelen har de mätvärden från respektive punkt som använts för skattningen i urvalsundersökningen beräknats oberoende av VTI och Vägverket Konsult och därefter jämförts.

4.2 Modellberäkningar

Parallellt med urvalsundersökningen har en modellbaserad metod använts för att skatta trafikarbetet i hela Stockholms län. Utöver de slumpmässigt utvalda punkterna i innerstaden har ett stort antal andra mätpunkter i och utanför innerstaden utnyttjats, totalt 160 mätpunkter. Modellberäkningarna har utförts med hjälp av trafikmodellen Sampers (se t.ex. Beser & Algers, 2001). Denna modell ger bland annat så kallade OD-matriser (Origin Destination) som beskriver reseefterfrågan mellan de möjliga start- och målpunkter som finns definierade i modellen. Det datamaterial som ligger till grund för modellberäkningarna och därmed OD-matriserna representerar år 2001. Den förändring av trafikmängd som skett sedan dess fångas upp av gradientjusteringarna som beskrivs nedan.

De av Sampers beräknade matriserna skattades om för att så bra som möjligt stämma överens med uppmätta länkflöden inom Stockholms län. Detta kallas gradientjustering och resorna i de justerade matriserna lades sedan ut i vägnätet med hjälp av programmet Emme/2 (INRO, 2003) varefter länkflöden erhöles och trafikarbetet kunde beräknas för det givna vägnätet.

De beräknade länkflödena som tas fram här representerar flöden i april 2005 och ska inte sammanblandas med de tidigare beräknade flöden som användes som hjälpinformation i urvalsundersökningen.

4.2.1 Modellberäknade OD-matriser

Genom regionala prognoskörningar i Sampers för Stockholmsområdet erhöles modellberäknade OD-matriser för olika reseärenden. De resor som ingick i de genererade matriserna var resor med start- och målpunkt inom Stockholmsområdet. Matriserna representerade de resor som utförts per ärende under ett vardagsdygn.

För att möjliggöra nätutläggningar av morgonens maxperiod skapades en OD-matris för respektive timme, 6–7, 7–8 och 8–9. Reseefterfrågan varierar mellan de olika timmarna och genom att bygga upp en matris för respektive timme gavs bättre utgångsmatriser än att använda samma utgångsmatris för alla tre timmarna. De tre matriserna skapades genom att respektive timmatris byggdes upp som andelar av de modellberäknade dygnsmatriserna för olika reseärenden. Arbetsresor var dominerande i de tre förmiddagsmatriserna, men även resor av de övriga ärendena ingick. Utöver resor med start- och målpunkt i Stockholmsområdet kompletterades timmatriserna med resor med start- och målpunkt utanför Stockholmsområdet.

Resor under eftermiddagens maxperiod antogs bestå av återresor av de resor som företogs under förmiddagens maxperiod. Genom det antagandet kunde antalet resor som utförs under dygnets sex mest trafikerade timmar fastslås. De andelar av de ursprungliga dygnsmatriserna som var kvar efter att maxtrafikmatriserna byggts upp slogs ihop till en lågtrafikmatris. Denna lågtrafikmatris innehöll de tur och returresor för respektive reseärende som inte ingick i de sex högtrafikmatriserna.

4.2.2 Gradientjustering av maxtrafik- och lågtrafikmatriser

Gradientjustering innebär att man söker en matris som vid nätutläggning ger ”bästa möjliga” överensstämmelse med observerade trafikflöden. Detta görs genom en iterativ process där antalet resor med en viss start- och målpunkt som passerar en länk med uppmätta länkflöden justeras för att ge bättre överensstämmelse med det uppmätta flödet.

De tre förmiddagsmatriserna gradientjusterades var för sig mot de för respektive timme uppmätta flödena från flödesmätningarna. Efter gradientjusteringen lades förmiddagens och eftermiddagens sex timmatriser ut i nätverket. På så sätt erhöles länkflöden som antogs representera de totalt sex mest trafikerade timmarna under dygnet.

Det modellberäknade länkflödet för maxtrafiktimmarna, på de länkar där det fanns observerade dygnsflöden, subtraherades från de från flödesmätningarna uppmätta dygnsflödet för länkarna. De resulterande flödena för dessa länkar användes sedan för att gradientjustera lågtrafikmatrisen.

Då lågtrafikmatrisen innehöll alla de kvarvarande modellberäknade resorna som inte utförs under de sex maxtrafiktimmarna representerade den betydligt fler resor än vad som utförs under en enda av dessa lågtrafiktimmarna. Därför skalades matrisen om för att ligga på en nivå närmare timtrafik. En faktor åtta valdes då en högre faktor i detta fall möjligen skulle ha inneburit att de ruttval som görs på grund av hög belastning i nätet även under delar av dessa timmar inte skulle ha fångats upp. På samma sätt skalades det kvarvarande flödet av de uppmätta dygnsflödena med en faktor åtta, för att ha jämförbara data vid gradientjusteringen.

4.2.3 Beräkning av trafikarbete

Från nätutläggningen av förmiddags- och eftermiddagsmatriserna erhöles flödet under denna period för alla länkar i det studerade vägnätet. Trafikarbetet beräknades sedan som länkens längd multiplicerat med flödet.

Även lågtrafikmatrisen las ut i nätet och trafikarbetet beräknades också för denna utläggning. Detta trafikarbete multiplicerades med åtta för att motsvara trafikarbetet för den totala trafiken utanför dygnets maxtimmar. Slutligen slogs trafikarbetet för lågtrafiken ihop med maxtrafiken och samtliga länkars trafikarbete summerades till en totalskattning. Motsvarande summering gjordes för förmiddagens maxperiod.

4.2.4 Flödesmätningar

För gradientjusteringarna har flödesmätningar använts från de förmätningar som utfördes under april månad (inklusive de slumpmässigt utvalda punkterna). Utöver förmätningar har även några ÅDT-punkter använts i de mer perifera delarna av länet. Anledningen till att förmätningarna kompletterats med mätdata från ÅDT-punkterna är att det inte fanns några andra flödesmätningar i ytterkanterna av länet. Totalt har 160 mätpunkter använts för gradientjusteringarna.

För punkter helt utan mätbortfall beräknades flödet för vardagsdygn på samma sätt som för den statistiska urvalsundersökningen, alltså som medelvärdet av totalflödet för alla mätta vardagsdygn. Flödet för maxtimmarna beräknades som medelvärdet av totalflödet under respektive timme.

När det gäller punkter med partiellt bortfall användes principen att om det fanns partiellt bortfall under någon 15-minutersperiod under ett dygn har det dygnet inte räknats med i medelvärdet för dygnsflödet. På samma sätt har respektive timme behandlats, fanns det bortfall under någon av 15-minutersperioderna för aktuell timme har inte den dagens timperiod räknats med. Denna princip har lett till att vissa punkter fallit bort helt på dygnsnivå och ibland även på några eller alla timperioderna. Det innebär alltså att flödesdata kan ha saknats på dygnsnivå för en punkt men ha funnits för timperioderna. I Bilaga 2 visas placeringen av de flödesmätningar som använts för gradientjusteringarna.

4.2.5 Felkällor

Den modellbaserade metod som beskrivits ovan är behäftad med ett antal osäkerhetsfaktorer och möjliga felkällor. En brist med metoden är att den inte ger någon osäkerhetsbedömning av resultaten. Det går dock att peka på ett antal möjliga felkällor.

Modellrelaterade fel uppstår då modellen inte på ett riktigt sätt lyckas beskriva de verkliga trafikflödena och det resulterande trafikarbetet. Detta kan bero på att inte tillräckligt många trafikräknepunkter funnits tillgängliga för att "fånga upp" de avvikelser som finns mellan ursprungsmatriserna och verkligheten. Det kan även bero på de förenklande antaganden som måste göras för att för man ska kunna modellera trafiksystemet.

Ett exempel är att en del tänkbara reseärenden saknas i de matriser som genereras från Sampers, bland annat sekundärresor och söktrafik. Med sekundärresor menas del av en resa med ett ärende annat än huvudärendet för resan. Med söktrafik menas trafik som inte väljer den mest tidseffektiva vägen från start till mål. Gradientjusteringen kompenserar för detta genom att skatta om

matrisen för att ge bästa tänkbara överensstämmelse med observerade länkflöden. Om antalet mätta punkter inte är tillräckligt många är det möjligt att gradientjusteringen inte i full utsträckning kan kompensera för de resor som inte ingår i utgångsmatriserna.

Den modellbaserade metoden är starkt beroende av de använda modellsystemens förmåga att beskriva efterfrågan och trafikens fördelning i nätverket.

Mätfel uppstår när det är fel i det uppmätta flödet eller om man mätt vid fel plats. Mätfelen påverkar kvaliteten på de gradientjusteringar som görs då det är dessa flöden som blir styrande. Mätfel på länkar med relativt låga flöden påverkar enbart kvaliteten på resultatet marginellt. Skulle ett mätfel innebära en stor över- eller underskattning av flödet på ett antal länkar med höga flöden kan det dock ge betydande inverkan på resultatets kvalitet.

Den osäkerhet i indata som beror på att mätpunkter endast har observerats under ett urval av tidpunkter under månaden samt bearbetningsfel av olika slag kan givetvis också påverka resultaten. Dessa fel kommenteras i 4.1.5 i samband med urvalsundersökningen.

5 Resultat

Trafikarbetet på det utvalda väg- och gatunätet i Stockholms innerstad och Stockholms län har beräknats för vardagsdygn (tisdag–torsdag) och för maxperiod (kl. 6–9 under vardagsdygn). Resultaten bygger på mätningar utförda i april 2005 och representerar därför trafikarbetet under denna period. Skattningarna avser trafikarbetet för alla motorfordon utom moped och motorcykel.

För innerstaden baseras trafikarbets-skattningarna på den statistiska urvalsundersökning som beskrivs i 4.1. Totalt valdes 52 stycken mätpunkter, från 12 av dessa saknas dock observationer eftersom flödet inte kunde mätas på dessa platser. Resultaten presenteras som antal fordonskilometer (fkm) med 95-procentiga konfidensintervall:

Vardagsdygn	2 185 000 fkm ± 153 000 fkm
Maxperiod	387 700 fkm ± 31 900 fkm

Resultaten för länet bygger på de modellberäkningar som beskrivs i 4.2. Totalt har 160 punkter i hela länet använts för att beräkna trafikarbetet (inklusive de slumpmässigt utvalda punkterna i innerstaden som använts i urvalsundersökningen). Denna metod medger inte att konfidensintervall beräknas, därför presenteras endast totalskattningar av trafikarbetet för respektive tidsperiod:

Vardagsdygn	24 320 000 fkm
Maxperiod	5 235 000 fkm

Den modellbaserade metoden ger skattningar av trafikflödet för alla länkar i det studerade väg- och gatunätet. Det är därför möjligt att beräkna trafikarbetet för endast de länkar som tillhör innerstaden. De modellberäknade värdena för innerstaden är 2 045 000 fkm respektive 358 000 fkm för vardagsdygn och maxperiod. Båda dessa värden ligger inom konfidensintervallen för den statistiska skattningen. Jämfört med punktskattningarna ligger de modellberäknade värdena något lägre, 6,4 procent respektive 7,7 procent lägre för dygn och maxperiod.

6 Diskussion

Två olika metoder har använts i den här studien: en statistisk urvalsundersökning och en modellbaserad metod. En jämförelse av resultaten i innerstaden visar god överensstämmelse mellan de båda metoderna. Det resulterande trafikarbetet för modellberäkningarna ligger såväl för maxperioden som för dygnet inom konfidensintervallet för den statistiska skattningen. Resultaten från modellberäkningarna ligger dock nära den undre konfidensgränsen. Båda metoderna har brister (se 4.1.5 och 4.2.5) men vår uppfattning är att urvalsundersökningen är att föredra i det här fallet. Motivet för detta är två egenskaper hos urvalsundersökningen, dels är resultatet från denna undersökning inte beroende av antaganden om resmönster vilket den modellbaserade metoden är, dels kan man beräkna den osäkerhet som beror på att man endast har mätt flödet i ett urval av punkter på vägnätet.

En nackdel med den statistiska undersökningen är att den kräver ett relativt stort antal slumpmässigt valda mätpunkter och den var därför inte möjlig att använda för hela Stockholms län. I stället har den modellbaserade metoden använts eftersom vi då kunnat utnyttja punkter från det mätprogram som används för en mer generell utvärdering av Stockholmsförsöket.

De skattningar som presenterats här representerar den förmätning som gjordes i april 2005. De ska sedan jämföras med en eftermätning samma period år 2006 när miljöavgifterna har införts på prov.

När det gäller urvalsundersökningen i innerstaden så avser vi att använda samma punkter i eftermätningen som i förmätningen. Om resmönstret inte fullständigt förändras uppstår då en positiv korrelation mellan för- och eftermätningarna som kan utnyttjas till att få en ökad precision i förändrings-skattningarna. En nackdel med att göra på detta sätt är att man inte tar hänsyn till eventuella förändringar i gatunätet mellan de två åren. Eftersom vi redan har begränsat oss till Emme/2-nätet och inte förväntar oss några större förändringar i gatunätet känns det dock naturligt att studera förändringarna i just detta nät.

Eftersom undersökningen är begränsad till Emme/2-nätet kommer det inte att gå att upptäcka omflyttningar av trafiken mellan Emme/2-nätet och det övriga nätet. I princip skulle förändringar i trafikarbetet kunna bero på omflyttning av trafik inom innerstaden. Risken för detta borde vara störst nära innerstadsgränsen där det kan löna sig att byta resväg för att slippa passera en tullstation. Generellt bedömer vi dock risken som liten att eventuella förändringar i trafikarbetet i huvudsak skulle bero på omflyttningar av trafiken.

För att före- och eftersituationen ska bli så jämförbara som möjligt är det mycket viktigt att respektive mätpunkt mäts med samma mätmetod och på exakt samma geografiska position vid för- och eftermätningarna. Detta gäller såväl för den statistiska skattningen som för modellberäkningarna.

När det gäller den modellbaserade metoden kommer uppskattningen av trafikarbetet i efterperioden att utgå från de matriser som justerats för förperioden. Dessa matriser justeras om mot de nya flödesmätningarna i efterperioden. Denna metod bör på en tillräckligt god nivå fånga upp de förändringar i trafikmängd som sker på grund av förändrade resmönster.

Referenser

- Beser, M. & Algiers, S. (2001). *SAMPERS – the New Swedsh National Travel Demand Forecasting Tool*. In: Lundqvist L, and Mattson, L-G, (eds.) *National Transportation Models – Recent Developments and Prospects*. Springer.
- Bowling, S.T. & Aultman-Hall, L. (2003). Development of a Random Sampling Procedure for Local Road Traffic Count Locations. *Journal of Transportation and Statistics*, 6(1).
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling Techniques (3 ed)*. New York: Wiley.
- Forsman, Å. (1996). *Skattning av trafikarbete på kommunalt vägnät*. Publikation 1996:12, Vägverket. Borlänge.
- INRO (2003). *The EMME/2 Transportation Planning Software: Modelling and Analysis Features* (Elektronisk). Les Conseillers INRO Consultants. Canada. Tillgänglig: <<http://www.inro.ca/en/products/emme2/e2fea.pdf>> (2005-12-07).
- Modig, K., Smidfelt Rosqvist, L., Wendle, B., Lindberg, J., Hammarström, J., Linderholm, L., Söderström, L., Viklund, L., & Nilsson, A. (2005). *Sammanfattning av utgångsläget inför Stockholmsförsöket*. Trivector rapport 2005:31. Stockholm.
- Räty, P. & Leviäkangas, P.(1999). Estimating Vehicle Kilometers of Travel Using PPS Sampling Method. *Journal of Transportation Engineering*, 125(1), 8-13.
- Vägverket. (2004). *Vägar och gators utformning*. Publikation 2004:80. Vägverket. Borlänge.

Resultat av flödesmätningar i de slumpmässigt utvalda punkterna

I *Tabell 2* presenteras observerade och modellberäknade flöden i de 52 slumpmässigt utvalda punkterna. Dessa värden har använts som underlag till trafikarbetsskattningarna i den statistiska urvalsundersökningen. Observera att de modellberäknade flödena är flöden som beräknats i ett tidigare skede och inte de som beskrivs i den här rapporten.

Tabell 2 Observerade och modellberäknade flöden.

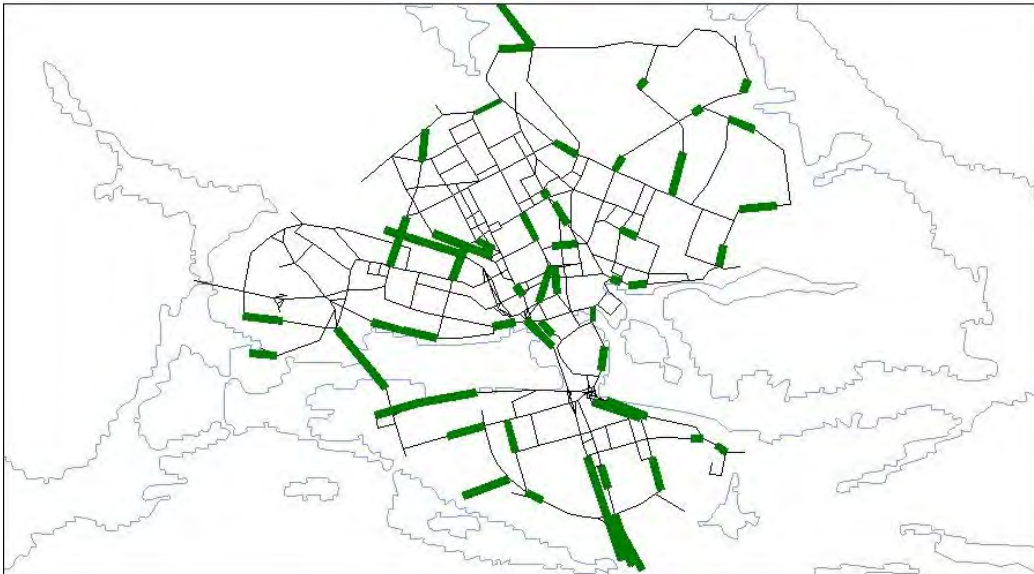
Stratum	Punkt nr	Observerat flöde, vardagsdygn	Observerat flöde, maxperiod	Modellberäknat flöde, vardagsdygn
1	TA01			34400
	TA02			44300
	TA03	45940	8750	44300
	TA04			48600
	TA05	66034	12367	66200
	TA06	72189	13938	76800
	TA07			88300
	TA08	114079	21335	110000
2	TA09	10486	2088	3400
	TA10	17708	2479	7900
	TA11	22283	4691	14500
	TA12	31759	6081	29200
	TA13	37033	6861	34700
	TA14	33654	6117	39200
	TA15	34316	6408	40000
	TA16	44318	7689	40500
	TA17	45453	9020	45900
	TA18	73833	15860	71200
3	TA19			1800
	TA20	10746	1964	2600
	TA21	7274	764	4500
	TA22	8525	1289	5900
	TA23	8385	1001	6700
	TA24			7400
	TA25	13539	2662	8300
	TA26			8800
	TA27			9700
	TA28	10814	1460	10000
	TA29			10700
	TA30	14677	1794	11200
	TA31	17255	3130	12000
	TA32	24839	3389	12600
	TA33			13100
	TA34	12413	2129	14000

Bilaga 1
Sid 2 (2)

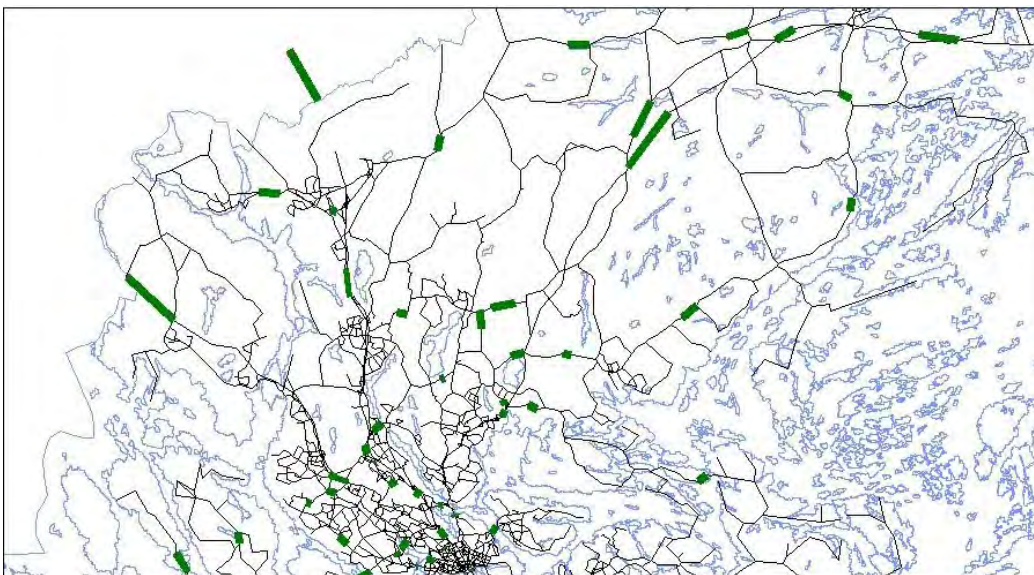
Stratum	Punkt nr	Observerat flöde, vardagsdygn	Observerat flöde, maxperiod	Modellberäknat flöde, vardagsdygn
	TA35	11020	2051	14700
	TA36	17245	3128	15500
	TA37	24938	4074	17000
	TA38	20722	2812	17900
	TA39	15867	2873	20300
	TA40	24194	4285	21100
	TA41			24200
	TA42	29175	4692	27300
	TA43	29841	5881	35400
4	TA44	3846	1003	100
	TA45	4329	888	1300
	TA46	2371	406	2000
	TA47	5406	1004	2700
	TA48	6596	1183	3500
	TA49			4500
	TA50	9138	1181	6200
	TA51	5040	803	8700
	TA52	18432	4312	14100

De observerade länkarnas placering i Stockholms län

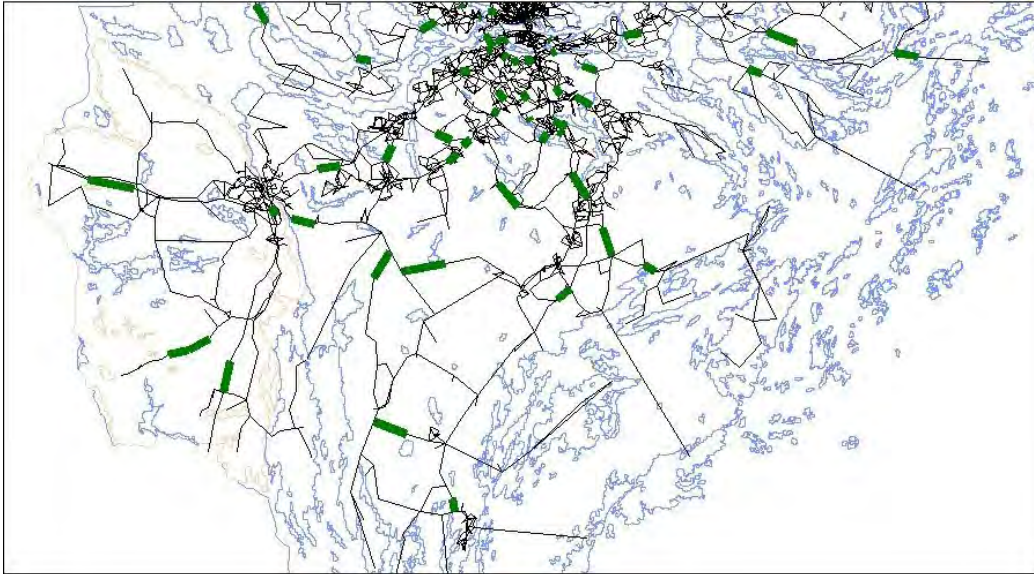
De tre figurerna i den här bilagan visar de uppmätta länkarnas läge på vägnätet i Stockholms län. *Figur 6* visar innerstaden, *Figur 7* visar norra delen av länet och *Figur 8* södra delen av länet, de mätta länkarna markeras med tjocka linjer. Samtliga punkter som har använts till gradientjusteringarna i den här studien visas.



Figur 6 Mätpunkter i Stockholms innerstad.



Figur 7 Mätpunkter i norra delen av Stockholms län.



Figur 8 Mätpunkter i södra delen av Stockholms län.

VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportssystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulatorteknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovningsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.

vti

HUVUDKONTOR/HEAD OFFICE
LINKÖPING
POST/MAIL SE-581 95 LINKÖPING
TEL +46 (0)13 20 40 00
www.vti.se

BORLÄNGE
POST/MAIL BOX 760
SE-781 27 BORLÄNGE
TEL +46 (0)243 446 860

STOCKHOLM
POST/MAIL BOX 6056
SE-171 06 SOLNA
TEL +46 (0)8 555 77 020

GÖTEBORG
POST/MAIL BOX 8077
SE-402 78 GÖTEBORG
TEL +46 (0)31 750 26 00