

# Parkeringsvalsmodell för Göteborg

En ansats till implementering av parkering i  
SAMPERS- och EMME/2 -systemet

## A Parking Choice Model for Göteborg

An Approach on the Implementation of Parking  
in the SAMPERS- and EMME/2 -system

Carl-Henrik Johansson



## Förord

Detta examensarbete har utförts vid Institutionen Vatten Miljö Transport, Chalmers tekniska högskola, Göteborg under år 2000. Initiativtagare och handledare för arbetet har varit Kristina Schmidt vid Transek AB. Examinator och handledare från Chalmers har varit Gunnar Lannér.

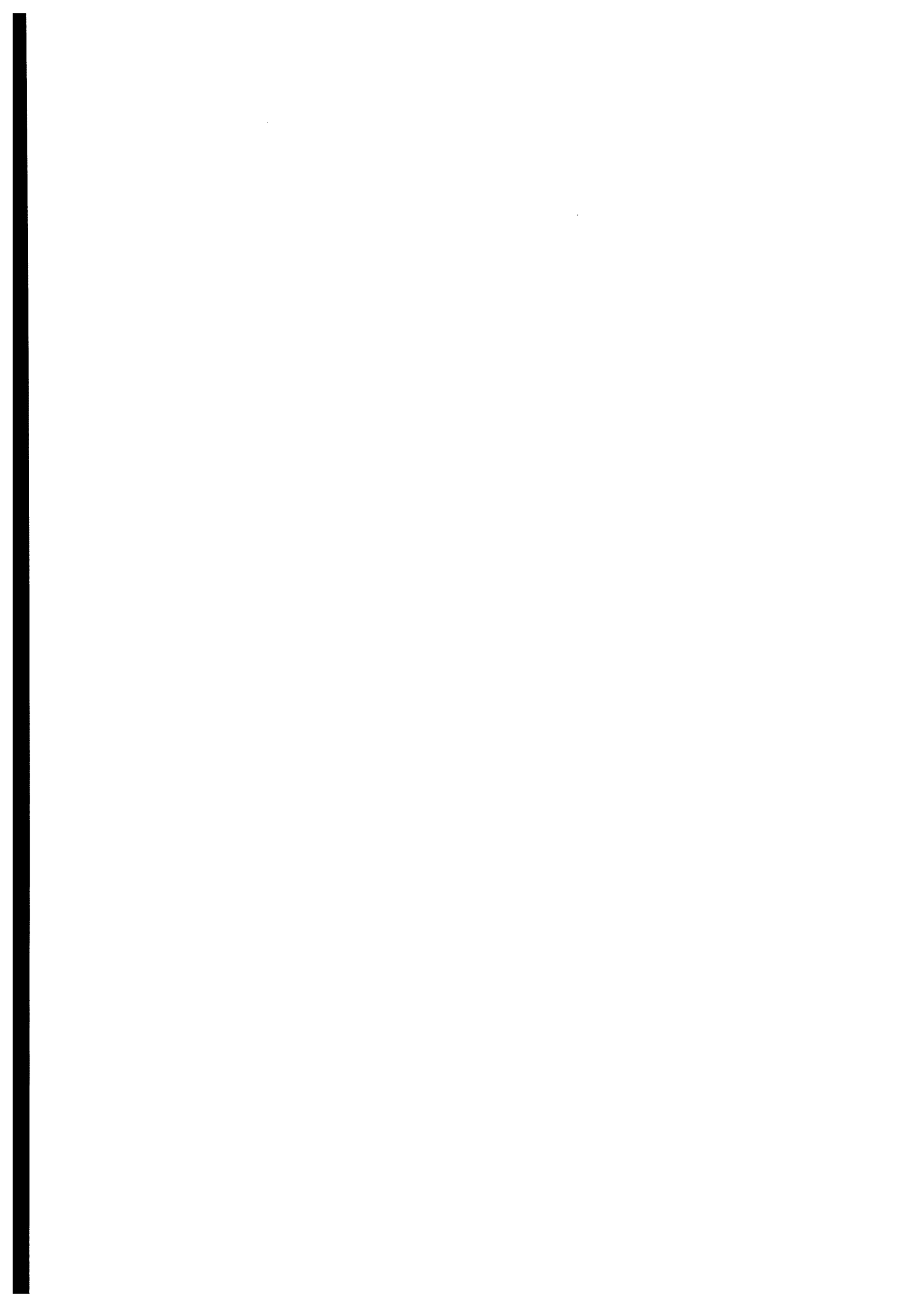
Först och främst vill jag tacka min handledare Kristina som med sitt engagemang och kunskap gjort detta arbete möjligt. Jag vill också tacka övriga medarbetare på Transek, och speciellt Staffan Algers, som avsatt tid, svarat på frågor och tillfört värdefulla synpunkter till arbetet. Ett stort tack riktas även till Gunnar, examinator och handledare från Chalmers, som bidragit med synpunkter och goda råd under hela arbetets gång. Vidare har Jonas Nilsson vid Göteborgs Parkeringsaktiebolag bidragit med värdefulla data om parkeringssituationen i Göteborg, ett varmt tack för detta.

Till sist vill jag även tacka Transek AB för lån av mjuk- och hårdvara samt lokaler med magnifik utsikt över Göta älvs mynning, från vilka jag har sett Göteborgstrafiken flyta fram under en och annan sen kväll på kontoret.

Göteborg 2000-12-22



Carl-Henrik Johansson



## Sammanfattning

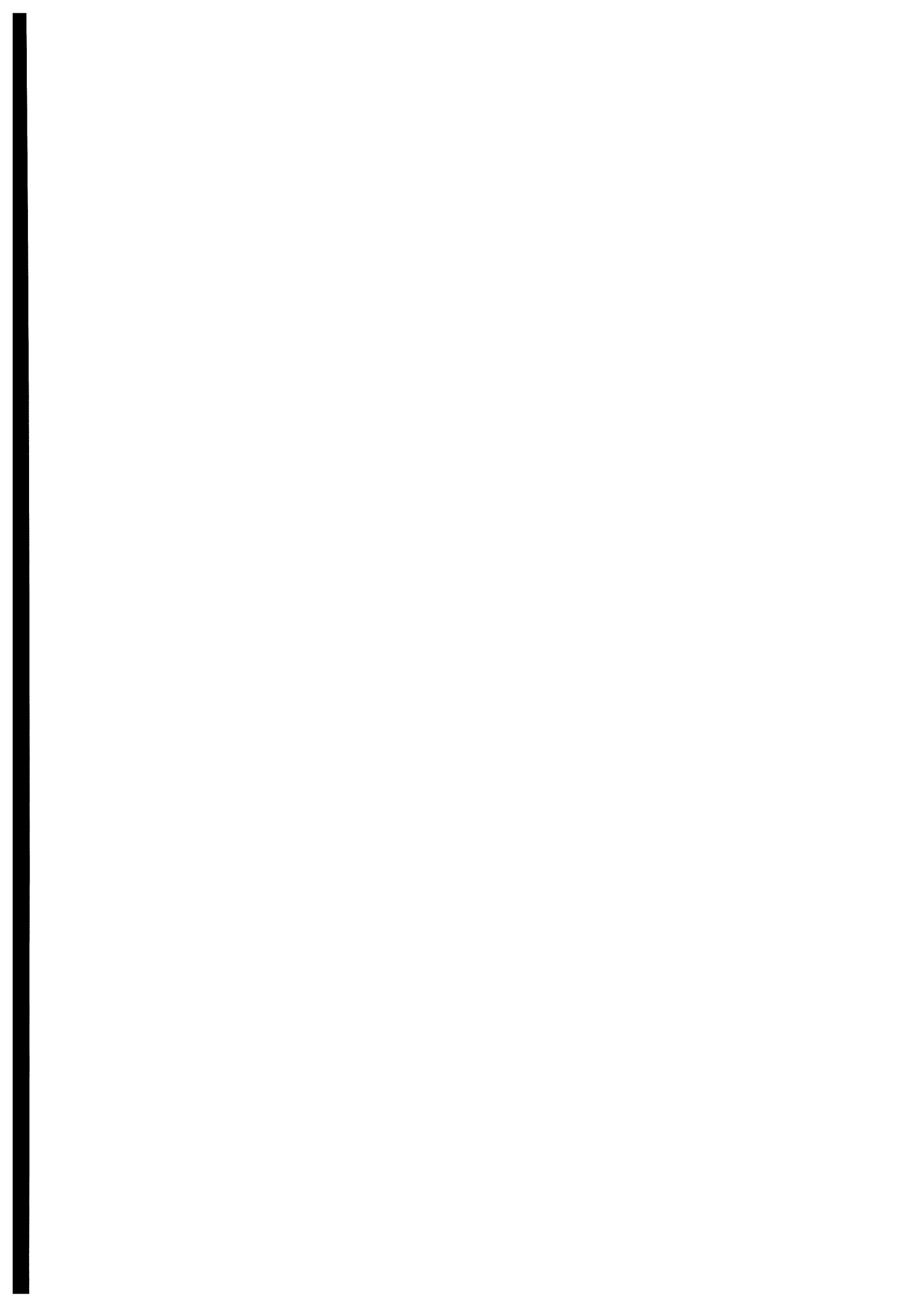
Parkering utgör i storstadsregioner en mycket betydelsefull del av transportsystemet, främst genom den styrande effekt som parkeringsutbud och lokalisering av parkeringsplatser har på trafikströmmar och människors resvanor. Trots detta finns i Sverige ytterst få exempel på trafikmodeller som tar hänsyn till bilistens val av parkeringsplats och de effekter som därigenom uppkommer i trafiksystemet. Det finns däremot väl utvecklade och integrerade modeller för att analysera val av färdmedel, destination, resfrekvens och färdväg, varav det nationella trafikprognossystemet Sampers utgör det senaste och hittills mest omfattande systemet av sådana modeller. I denna rapport presenteras en ansats till hur parkering skulle kunna implementeras i Sampers.

Utifrån en inledande litteraturinventering har tre exempel på parkeringsvalsmodeller valts ut för djupare studier samt för att utgöra referensobjekt vid etableringen av en liknande modell för Göteborg. En nätverksbaserad modell har därefter etablerats i nätutläggningsprogrammet Emme/2, vilket är den programvara som i Samperssystemet används för simulering av ruttval och vid trafikflödesanalyser. Genom att inkludera kostnaden för parkering i ruttvalet har en procedur skapats som, förutom den ordinära fördelningen av fordon på trafiknätet, även fördelar fordon till den parkeringsanläggning som minimerar bilistens totala restid inklusive parkeringskostnader.

Som indata till modellen används bilresematriser från Sampers regionala efterfrågemodell och utdata genereras i form av beläggingskurvor för enskilda parkeringsanläggningar, samt restidsmatriser som förutom bilrestiden även inkluderar tidskostnaden för parkering. Restidsmatriserna kan därefter användas till att i Sampers beräkna en ny efterfrågan till följd av förändringar i parkeringsutbudet. Modellen tar vid parkeringsvalet hänsyn till parkeringsavgift, platstillgång samt gångavstånd och simulerar parkeringssituationen under en hel dag genom att dagen delas in i tidsperioder på en timma.

Modellen har applicerats på ett fåtal kvarter i centrala Göteborg och trots bristfälliga indata har modellen ändå återskapat den nuvarande beläggningssituationen relativt väl, speciellt då jämförelsen baserats på en sammanslagning av flera parkeringsanläggningar. Ytterligare modelltester har därefter utförts genom att scenarier med en förändrad parkeringssituation etablerats och vid dessa tester har även en ny efterfrågan och färdmedelsfördelning beräknats i Sampers.

I rapporten framgår att den etablerade modellen skulle kunna kalibreras och tillämpas vid analyser av förändringar i städens parkeringssystem. Det krävs dock ytterligare modellutveckling, framför allt av hur efterfrågan påverkas av de restider som modellen producerar, innan modellen kan tillämpas och det bedöms därför som viktigt att en behovsanalys för parkeringsvalsmodeller först utförs. Utifrån en sådan behovsanalys kan därefter en bedömning göras av hur mycket resurser som eventuellt skall tilldelas utvecklingen av den föreslagna modellen eller om alternativa modellansatser först bör etableras och testas.



## Summary

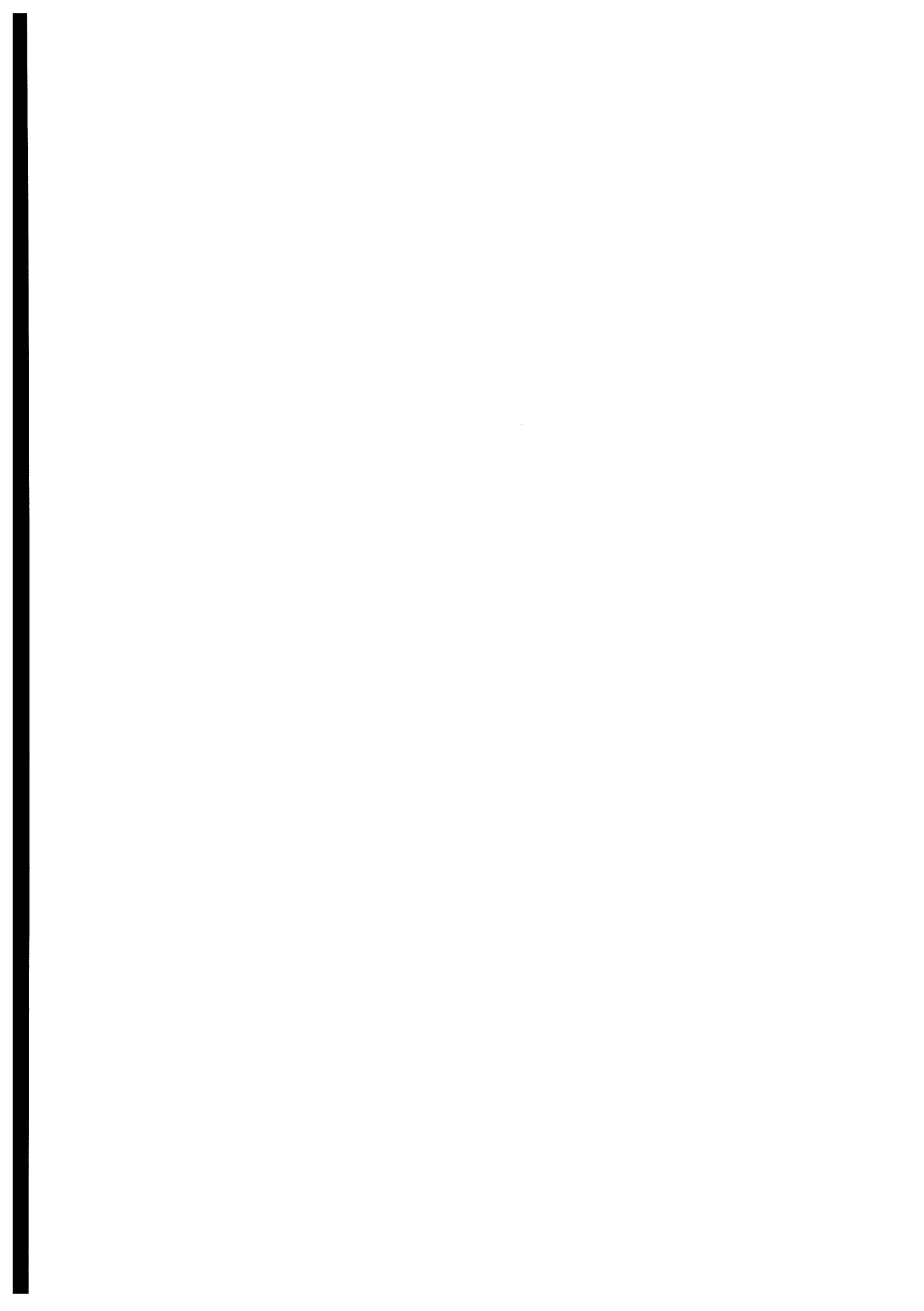
Parking constitutes a vital part of the transport system in urban regions, mainly due to the steering effect that parking supply and the location of parking have on traffic flow and peoples travel choice. Despite this fact, there are few Swedish examples of traffic models that include the drivers parking choice and the effect this has on the transport system. There exists, however, a wide variety of sound and well integrated models for the analysis of mode choice, travel frequency, destination and route choice, among which the Swedish national travel demand forecasting software, Sampers, is the most recent and so far the most comprehensive system of such models. In this report an approach on the implementation of parking in Sampers is presented.

From an initial literature review, three international examples of parking choice models were selected for detailed analysis and to form a reference group of models for the work on a parking choice model for Göteborg. A network based model has then been set up for Göteborg by using Emme/2, the assignment software used for route choice and traffic flow analysis in Sampers. The cost of parking has in the model been included in the route choice procedure, creating a model in which the ordinary assignment of vehicles on the road network is complemented by the assignment of vehicles in the parking system.

The model uses input from Sampers regional travel demand model and delivers output through diagrams of the parking occupancy for single parking spots and travel time matrixes including the cost of parking converted to time. The travel time matrixes can then be used in Sampers to calculate a new demand, reflecting the changes in the parking supply. The choice of car park is modelled by applying different weights to the parking cost, the occupancy/capacity relation and the walking distance to the final destination and by dividing the day in time slices of one hour each, the parking situation for an entire day is simulated.

The model has been applied to the city centre of Göteborg and, despite a scarcity of local data for input and calibration, the model has with relatively high accurateness been able to replicate the occupancy of the present parking stock, especially when comparing the total occupancy for several parking spots. Tests have also been carried out by setting up scenarios with a configured parking situation and these tests have also included the calculation of a new travel demand in Sampers.

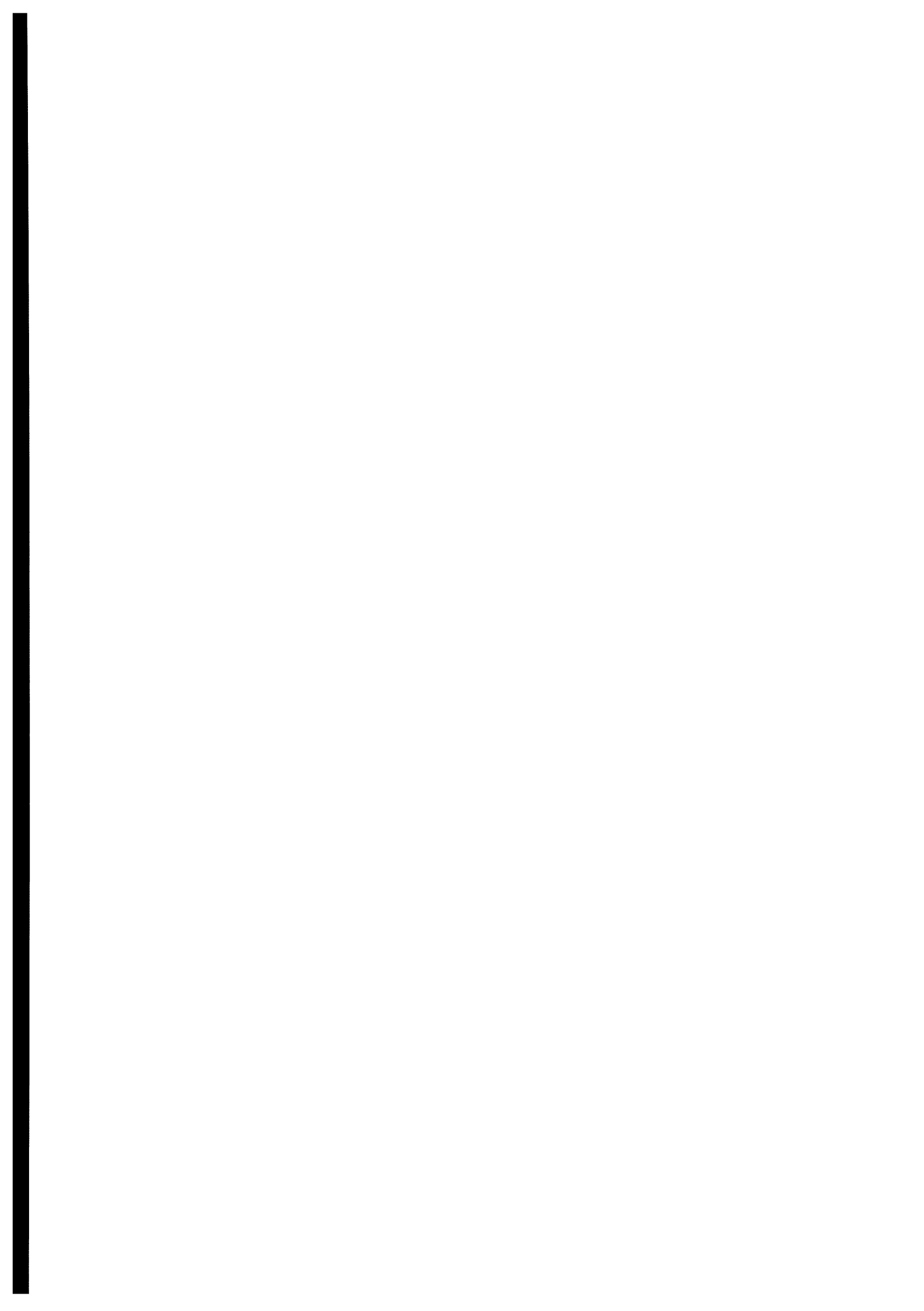
The results in this report show that the presented model can be calibrated and used for analysis of changes in the parking system in central city areas. The model needs, however, further development and more tests to be carried out, especially on the effects on travel demand, before the model can be used in traffic analysis projects. It is therefore, as a next step, recommended that requirements for a Swedish parking choice model is specified and used as a base when deciding on whether the presented approach should be developed further or if alternative approaches first should be set up and assessed.





# Innehållsförteckning

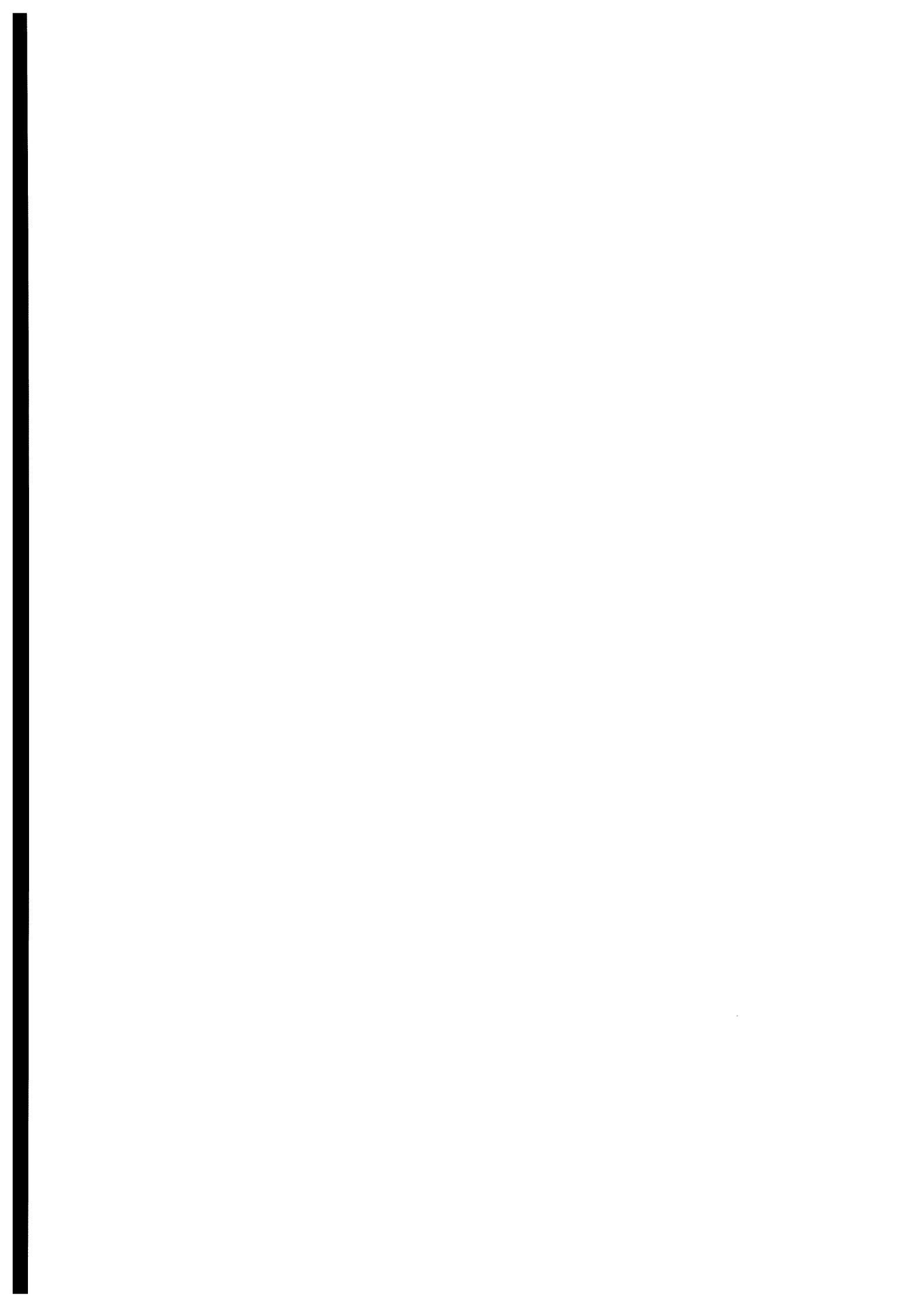
FÖRORD .....	I
SAMMANFATTNING .....	II
SUMMARY .....	III
INNEHÅLLSFÖRTECKNING .....	IV
<b>1 INLEDNING.....</b>	<b>1</b>
1.1 BAKGRUND .....	1
1.2 ARBETETS SYFTE.....	1
1.3 AVGRÄNSNING.....	2
1.4 GENOMFÖRANDE .....	2
<b>2 PARKERING SOM STYRMEDEL .....</b>	<b>5</b>
2.1 PARKERING, EN DEL AV STADEN, SAMHÄLLET OCH TRANSPORTSYSTEMET .....	5
2.2 PARKERING PÅVERKAR STAD OCH REGION .....	7
2.3 STYRPARAMETRAR .....	9
2.4 PARKERINGS- OCH TRAFIKSITUATIONEN I GÖTEBORG .....	9
<b>3 TRAFIKPROGNOSER.....</b>	<b>11</b>
3.1 TRAFIKMODELLER OCH PROGNOSER FÖR FRAMTIDA RESANDE .....	11
3.2 UTBUD OCH EFTERFRÅGAN PÅ RESOR .....	12
<b>4 SAMPERS.....</b>	<b>15</b>
<b>5 EMME/2.....</b>	<b>19</b>
<b>6 PARKERINGSVALSMODELLER .....</b>	<b>21</b>
6.1 NÄTVERKSBASERADE MODELLER .....	22
6.2 ICKE NÄTVERKSBASERADE MODELLER .....	24
6.3 CENCIMM, CENTRAL CITY MOVEMENT MODEL .....	25
6.3.1 Beskrivning av nätverket .....	26
6.3.2 Uppdelning av trafik.....	26
6.3.3 Modellens funktion .....	27
6.4 BCCTM, BIRMINGHAM CITY CENTRE TRANSPORTATION MODEL .....	29
6.4.1 Parkeringsvalsmodell.....	29
6.5 PARKERINGSVALSMODELL ENLIGT BIFULCO.....	32
6.5.1 The demand model.....	32
6.5.2 The supply model.....	32
6.5.3 The supply/demand interaction model.....	35
6.5.4 Test av modellen.....	35
<b>7 PARKERINGSVALSMODELL FÖR GÖTEBORG .....</b>	<b>37</b>
7.1 BESKRIVNING AV MODELLENS UPPBYGGNAD OCH FUNKTION .....	37
7.1.1 En ansats till vidareutveckling av SAMPERS och EMME/2-systemet.....	37
7.1.2 Utbud - parkeringsnät .....	39
7.1.3 Efterfrågan - bilresematriser.....	45
7.1.4 Interaktion utbud/efterfrågan - modellfunktion.....	50
7.1.5 Utdata och redovisning av resultat .....	52
7.2 TESTOMRÅDE.....	54



7.2.1	<i>EMME/2-nät för centrala Göteborg</i> .....	54
7.2.2	<i>Parkeringsplatser i Göteborg City</i> .....	56
7.2.3	<i>Parkeringsnät</i> .....	56
7.2.4	<i>Avgränsningar och randvillkor</i> .....	59
7.3	TESTKÖRNING, KALIBRERING OCH VALIDERING AV MODELLEN.....	62
7.3.1	<i>Testkörning och grov kalibrering</i> .....	62
7.3.2	<i>Validering mot verklig beläggning</i> .....	64
7.4	TEST AV MODELLEN PÅ SCENARIER.....	68
7.4.1	<i>Effekter i parkeringssystemet</i> .....	68
7.4.2	<i>Effekter på efterfrågan och färdmedelsval, Samperskörningar</i> .....	69
<b>8</b>	<b>RESULTAT</b> .....	<b>71</b>
<b>9</b>	<b>DISKUSSION OCH KOMMENTARER</b> .....	<b>73</b>
9.1	DISKUSSION KRING MODELLEN .....	73
9.2	ÄR MODELLER FÖR MIKROSIMULERING BÄTTRE FÖR EN DYNAMISK PROCEDUR SOM PARKERING? .....	74
<b>10</b>	<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>77</b>
<b>11</b>	<b>FORTSATT ARBETE OCH FORSKNINGSBEHOV</b> .....	<b>79</b>
<b>12</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>81</b>

## **BILAGOR:**

<b>Bilaga 1</b>	<b>Parkeringsplatstyper i Göteborg City</b>
<b>Bilaga 2</b>	<b>Karta med namn på de parkeringsplatser som ingår i modellen</b>
<b>Bilaga 3</b>	<b>Data för parkeringar som ingår i modellen</b>
<b>Bilaga 4.1</b>	<b>Excel-diagram, beläggningskurvor, parkeringar i City, Scenario 1</b>
<b>Bilaga 4.2</b>	<b>Excel-diagram, beläggningskurvor, randparkeringar, Scenario 1</b>
<b>Bilaga 5</b>	<b>Excel-diagram, beläggningskurvor, Scenario 2</b>
<b>Bilaga 6</b>	<b>Excel-diagram, beläggningskurvor, Scenario 3</b>
<b>Bilaga 7</b>	<b>Excel-diagram, beläggningskurvor, Scenario 4</b>



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I takt med persondatorns utveckling har modeller och mjukvara för att simulera trafik och resemonster börjat användas i ökande omfattning och vid allt fler trafikutredningar. De vinster och besparingar som kan göras genom att förutse effekterna av nya transportstrategier innan beslut tas och projekt genomförs har drivit på utvecklingen av nya analysverktyg och system för trafiksimulering. I Sverige har detta resulterat i ett flertal trafikmodeller av varierande omfattning och för skilda användningsområden. De modeller som hittills etablerats har emellertid endast vid ett fåtal tillfällen och i mycket liten utsträckning behandlat parkerings påverkan på transportsystemet (Loncar-Lucassi 1999). Utomlands finns däremot ett flertal exempel på modeller för analys av parkering där en del modeller etablerats främst i forskningssyfte medan andra har fått praktiska tillämpningar och använts vid framtagning av nya parkeringsstrategier för stads- och regioncentra.

Den ökande trängseln på vägnätet har i kombination med en intensifierad miljödebatt lett till behov av att definiera styrmedel för att hantera och effektivisera transportsystemet i sin helhet. Eftersom parkering kan utgöra ett effektivt och även billigt styrmedel för trafikströmmar behövs även i Sverige modeller för att analysera effekter av förändrade (eller oförändrade) strategier för parkering.

Sampers (*Samordnad Persontransport Sverige*) är det senaste och hittills mest omfattande prognosystemet för analys av trafik i Sverige. Genom Sampers finns möjlighet att analysera effekter för samtliga resor i Sverige till följd av förändringar i transportsystemet. Parkering utgör en betydande kostnad i samband bilresor till centrala stadsdelar och om Sampers kunde kompletteras med en modul för parkeringsanalys skulle systemets användningsområde ytterligare öka. Framtagningen av modeller för parkeringsval kommer också att resultera i en ökad kunskap om parkeringssituationens påverkan på människors resebeteende vilket kan vara till god nytta vid upprättandet av nya parkeringsstrategier.

## 1.2 Arbetets syfte

Arbetet har initierats för att undersöka möjligheterna till implementering av parkering i det nationella trafikprognosystemet Sampers, samt för att öka kunskapen om parkeringsvalsmodeller. Huvudsyftet har varit att ta fram en ansats till en nätverksbaserad parkeringsvalsmodell genom utvidgning av det trafiknät som för västra Sampersregionen finns etablerat i nätutläggningsprogrammet Emme/2. Testområde för modellen är centrala Göteborg och en litteraturstudie av parkeringsvalsmodeller förväntas tillföra fakta som kan användas vid avgränsning av arbetet och fastläggande av en modellstruktur. Även om modellen ej får någon praktisk tillämpning kommer en modellansats tillsammans med en litteraturstudie inom ämnet att öka kunskapen om parkeringsvalsmodeller och simulering

av människors beteende vid parkering. Arbetet kan därmed skapa underlag för en utökad debatt om parkering som ett trafikstyrande medel och behovet av modeller som tar hänsyn till parkeringens påverkan på trafik- och samhällssituationen.

### **1.3 Avgränsning**

Arbetet koncentreras i första hand kring modellens struktur och funktion. Genom att rikta in arbetet på etableringen av en relativt grov modell med endast ett fåtal parametrar skapas förutsättningar för att få med modelltester och jämförelse av modellresultat mot verkliga data inom arbetets tidsram. Allteftersom arbetet fortlöper kan därefter modellen förfinas om det visar sig finnas tidsutrymme för detta. På samma sätt föreslås modellens geografiska avgränsning att till en början innefatta endast ett fåtal kvarter i centrala Göteborg för att senare eventuellt utvidgas till en större del av den centrala staden. En följd av arbetets koncentration kring modellfunktionen blir också att indata till modellen förmodligen måste baseras på översiktliga undersökningar och i vissa fall kanske till och med uppskattas utifrån subjektiva bedömningar. Till sist innebär också nätutläggningsproceduren i Emme/2 (där samtliga fordon väljer den snabbaste färdvägen) en begränsning så till vida att söktrafik mellan parkeringar och slumpmässiga variationer i parkeringsval blir komplicerat att modellera, varför dessa faktorer ej tas med vid modelletableringen.

### **1.4 Genomförande**

I arbetets *första fas* genomförs en litteraturinventering inom området parkeringsvalsmodeller, varefter en djupare studie av ett begränsat antal utvalda parkeringsvalsmodellens funktion och användning utförs. Dessutom görs en kort bakgrundsstudie av hur parkering ingår som en del av transportsystemet och vilken påverkan parkering har på samhälle och stadsbild. En kort bakgrund ges i rapporten även till trafikprognoser och trafikmodellens uppbyggnad samt hur en modell för parkeringsval kan ingå som en del i ett större system för trafikanalyser. Programvarorna Sampers och Emme/2 studeras vidare och en ansats till implementering av parkering i dessa två system ställs upp utifrån erfarenheter från litteraturstudien.

*Fas två* innebär inläring av programvarorna Sampers och Emme/2. Framför allt avsätts mycket tid för inläringen av Emme/2, vilket underlättar etableringen av ett parkeringsnät och upprättande av en programsekvens för att bygga upp ett fungerande förslag till parkeringsvalsmodell.

*I fas tre* etableras själva parkeringsvalsmodellen genom att ett centralt område i Göteborg avgränsas och data samlas in för parkeringar och resebeteende som ligger till grund för indata till modellen. Ett parkeringsnät för centrala Göteborg kodas därefter som tillägg till existerande trafiknät för västra Sampersregionen. Till sist skapas en procedur för modellering av en dags trafik- och parkeringssituation i Emme/2:s makrospråk.

*Fas fyra* utgörs av tester av modellens funktion samt jämförelse av modellens resultat mot verkliga data i form av beläggningsgrad för parkeringar. En enkel kalibrering utförs först utifrån modellens första resultat varefter validering sker mot verkliga beläggningskurvor från några av testområdets parkeringar.

I *fas fem* ställs scenarier upp där parkeringssituationen ändras och modellen appliceras därefter på dessa. Viss bedömning av modellens potential för tillämpning i trafikutredningar görs efter detta genom analys av de modellberäknade beläggningskurvorna samt hur efterfrågan påverkas av förändrade parkeringssituationer.

Den *avslutande fasen* innebär dokumentation av modellen och beskrivning av indata samt utförda modelltester. Dokumentationen innebär även en bedömning av, och diskussion kring, modellens resultat samt rekommendationer för ett eventuellt fortsatt utvecklingsarbete.





## 2 Parkering som styrmedel

*I kapitlet beskrivs hur parkering utgör en del av dels transportsystemet men också samhället i ett vidare begrepp vilket innebär att förändringar i parkeringssituationen påverkar en stor del av befolkningen. Vidare redogörs för hur parkering kan användas som ett styrmedel för att förändra trafiksituationen och människors resvanor. För regioner där en stor del av transporterna sker med bil kan dock de socioekonomiska effekterna vid stora förändringar i parkeringssystemet bli betydande och det krävs därför djup kunskap och solida analysinstrument för att utvärdera nya parkeringsstrategier.*

### 2.1 Parkering, en del av staden, samhället och transportsystemet

Parkering och de system som byggts upp för hanteringen av parkering utgör dels en del av trafiksystemet men även en del av stadsbilden och samhället i sin helhet. En förändrad parkeringssituation kan i och med detta ge betydande samhällsekonomiska effekter men också påverka samhället på individnivå. Parkering är en del av vår vardag och oavsett om en resa sker med bil, buss, cykel eller till fots så kommer de flesta människor så gott som dagligen, på ett eller annat sätt, i kontakt med parkering. Bilisten kanske upprörs över svårigheten att finna en ledig parkeringsplats medan bussresenären blir försenad på grund av felparkerade fordon som försvårar bussens framfart. Likaså påverkas gångtrafikantens rörelsemönster av parkerade fordon medan cyklistens skaderisk ökar när till exempel en bildörr öppnas mitt i körbanan. Parkering upptar dessutom stora delar av attraktiv mark och lokalyta i innerstäder vilket sammantaget skapar en lång lista av faktorer som bör beaktas vid planering.

Parkering har i och med utbyggnaden av privatbilismen blivit en del av stadsbilden och samhället. Därmed har parkering även fått sin givna plats i planeringsprocessen men för att uppnå ett gott resultat krävs emellertid en samordnad planering av bebyggelse, trafik- och parkeringssystem (Holmberg 1996). Önskemålen om en ökad planeringssamordning ligger även helt i linje med de krav på ett effektivt och uthålligt transportssystem som allt oftare förs fram i den politiska debatten och ett flertal länder har i enlighet med detta under de senaste decennierna uppvisat en ökande medvetenhet om hur parkering kan inta en nyckelroll vid etableringen av en hållbar transport-policy (Van Der Waerden 1993).

Det är emellertid inte enbart miljöhänsyn utan även rent ekonomiska krav som ökar behovet av ett mer effektivt transportsystem. Dagens persontransportsystem tenderar att bli alltmer komplext och storstadsregionernas attraktion har gjort att trängsel idag utgör ett högst påtagligt och ofta ökande problem för både bil- och kollektivtrafikresenärer. Köbildningar, speciellt på vägnätet, anses redan idag ge betydande samhällsekonomiska förluster och bidrar dessutom till en negativ utveckling för effektiviteten i en stads transportsystem och därmed stadens ekonomiska utveckling som helhet.

Under 60- och 70-talet skedde i Sverige en intensiv utbyggnad av vägnätet i såväl landsbygd som tätort och det svenska transportsystemet anpassades för bilen, inte minst i

storstadsregionerna. Under 80- och 90-talet har utbyggnaden stannat av samtidigt som bilanvändningen har fortsatt att öka med oförminskad takt. En intensifierad miljödebatt och lokaliseringsproblematik har gjort nya vägprojekt i storstadsregioner både kostsamma och svåra att genomföra.

Svårigheten att få till stånd nya vägprojekt för att lösa trängselproblemen har lett till alternativa handlingsmetoder. Istället för att satsa på nya vägar vidtas alltmer åtgärder för att utnyttja det befintliga vägnätet på ett effektivare sätt. Även utomlands har under det senaste decenniet ett nytt synsätt introducerats vid utformningen av transportstrategier vilket innebär att *styrningen* av transportbehovet betonas starkare än tidigare då utbyggnad i stor utsträckning sågs som enda lösningen på ett ökat transportbehov (Axhausen 1993). I enlighet med detta kan också påpekas att begreppet *transport* alltmer har kommit att betraktas som en målinriktad produkt istället för som tidigare; en infrastruktur med syfte att upprätthålla en viss standardservice. I skenet av detta har begrepp som *Travel Demand* och *Mobility Management* växt fram som samlingsnamn för kombinationer av åtgärder i syfte att uppnå ett visst uppställt mål. *Travel Demand Management* innebär att transportsystemet betraktas som en helhet där den totala nyttan skall maximeras, vilket i praktiken många gånger innebär att komma till rätta med köproblemen vid rusningstimmarna.

En ökning av framkomligheten under rusningstimmarna kan (om inte vägnätet byggs ut) endast ske genom en minskning av trafikvolymen under dessa timmar. En del av trafiken bör alltså föras över till en annan tidpunkt eller till en mindre belastad färdväg. Ett annat sätt är att föra över bilister till ett alternativt färdmedel eller att få bilister att annullera sin resa och därmed minska sin resfrekvens. För att uppnå en sådan omfördelning används olika *styrmedel* som syftar till att stimulera resenärer till att förändra sina resvanor. Sådana styrmedel kan till exempel utgöras av kostnadsregleringar, införandet av nya regler eller förbättrat kollektivtrafikutbud. I praktiken kan det innebära förändrad bensinskatt och kollektivtrafiktaxa, biltullar och trängselavgifter eller kanske en ny förbudsregel som i till exempel Aten där bilnummer med jämn slutsiffra endast får köra in i stadskärnan vid jämnt datum och vice versa. Förbud och restriktioner är oftast ett billigt sätt att minska trängselsituationen men för att avgöra om sådana styrmedel är kostnadseffektiva krävs dock att samhällsekonomiska effekter och kostnaderna för kontroll av regelns efterlevnad tas med i bedömningen, vilket genast ökar komplexiteten.

Parkering är ett styrmedel bestående av ett flertal faktorer som kan påverkas. Parkeringsavgift, platstillgång och tillåten parkeringstid är exempel på faktorer som kan regleras och genom att en betydande del av alla bilister behöver en parkeringsplats kan parkering vara ett både billigt och effektivt sätt att styra bilisters resvanor och färdvägar. Detta gäller under förutsättning att en åtminstone betydande del av parkeringsbeståndet kan kontrolleras och påverkas vilket inte alltid är fallet eftersom parkeringsbeståndet i vissa städer till stor del kan bestå av privatägda anläggningar vilket ökar svårigheten för samordning av parkeringsplaneringen.

Parkeringsavgift är en kraftfull trafikstyrande faktor och det traditionella sättet för prissättning av parkering är att avgiften sätts för att maximera nyttan av varje enskild

parkering. På en central gatuparkering kanske priset då sätts på en nivå så att det alltid finns en viss andel lediga platser vilket gör att bilister alltid kan vara säkra på att hitta en plats på denna gata. En privatägd parkering sätter troligen priset så att den totala intäkten maximeras men om parkering skall kunna utgöra ett användbart styrmedel krävs dock att den enskilda parkeringens påverkan på trafiksystemet som helhet studeras. I stället för en policy för varje enskild parkering kan då en policy för parkeringssystemet som helhet upprättas och enskilda parkeringar kan prissättas och utformas för att uppfylla ett övergripande mål för hela transportsystemet.

Genom att variera fler faktorer såsom utbud, avgift och parkeringstid kan trafikströmmar styras vilket även sker redan idag. Till exempel sätts ofta centrala gatuparkeringars priser högt eller med en kort parkeringstid för att bilister med kort ärendetid skall kunna parkera närmare målpunkten och bilister med lång ärendetid leds bort till parkeringar med större gångavstånd till målpunkten. Det kan dock i många fall finnas utrymme för att utvidga sådana policies till att omfatta större områden och mer övergripande transportpolitiska mål. Genom att i en modell ställa upp olika scenarios för parkering så kan utvärderingar göras av olika parkeringspolicies. Härmed kan effekter på parkeringsbeläggning och effektivitet, inkomst och trafiksituationen (t.ex. trafikstockningar) studeras innan genomförandet av eventuella förändringar vilket kan vara till stor hjälp vid beslut om ändrade (eller oförändrade) parkeringspolicies.

### **2.2 Parkering påverkar stad och region**

När en bilresa utförs krävs i de flesta fall en parkering på rimligt avstånd från målpunkten. Bilresenärer som inte har behov av parkeringsplatser är passagerare som blir skjutsade eller tar en taxi men det dominerande sättet att resa med bil är dock genom att den privat ägda bilen körs till en parkeringsplats och lämnas där tills åter- eller vidareresan utförs. Parkering utgör på så sätt en nödvändig del av bilresan och de flesta bilresor skulle inte kunna genomföras om det inte fanns parkeringsplatser. Eftersom en övervägande del av de regionala resorna i västra Europa utförs med bil skulle en förändring i en regions parkeringssituation påverka resandet och trafiksituationen i mycket hög utsträckning. Parkering utgör alltså för de flesta regioner en av hörnpelarna i persontransportsystemet och därmed även i regionens ekonomi. En stads parkeringspolicy ger sålunda effekter i såväl parkeringssystemet som transportsystemet och till slut även i det socioekonomiska systemet (Bifulco 1993).

I rent fysisk mening utgör parkering ett markant inslag i stadsbilden, dels i form av den markyta eller lokalyta som parkeringar upptar rent användningsmässigt, men också i form av de visuella intryck och rörelsemönster för fotgängare och cyklister som parkeringar skapar.

Förändringar i parkeringssituationen i ett område (till exempel införandet av nya restriktioner) kan komma att påverka en rad faktorer, alltifrån mer övergripande och långsiktiga förändringar såsom markanvändning ned till förändringar i beläggning på enskilda parkeringsrutor. Nedanstående lista utgör ett exempel på en hierarkisk

uppställning av vad förändrade parkeringsförhållanden kan resultera i och i många fall kan den långsiktiga större förändringen vara ett resultat av underliggande små och kortsiktiga förändringarna.

- Markanvändning och lokalisering

Arbetsplatser, butiker, och rekreationsanläggningar kan komma att omlokaliseras till områden med gynnsammare parkeringssituation. Boendekostnader och priser på bostadsrätter och hus kan tillsammans med andra delar i det socioekonomiska systemet komma att förändras.

- Resfrekvens

En försämring i parkeringssituationen kan leda till att vissa resor ej utförs och därmed medföra en minskad efterfrågan på transporter.

- Destination

En viktig aspekt som på sikt påverkar lokaliseringen av aktiviteter utgör destinationsvalet eftersom billig parkering och god tillgång på parkeringsplatser attraherar bilister.

- Färdmedelsval

Fördelningen mellan bil, kollektivtrafik, gång och cykel kan förändras och ge upphov till effekter såsom trängsel på bussar och ökat antal cykelolyckor.

- Trafikströmmar

Trängseleffekter i vägnätet kan uppstå om bilister söker sig till alternativa parkeringar. Att förändra parkeringssituationen kan också vara ett sätt att få bort trängseln på vissa gator och fördela om trafiken till mindre belastade gator. Vidare kan en tidsmässig omfördelning av trafiken ske om förändringen leder till att bilister väljer en annan tidpunkt för sin resa. Trängsel i vägnätet och trafikströmmarnas utseende ger även variationer i mängd och lokalisering av utsläpp från biltrafiken.

- Val av parkeringsplats

Genom att försämma parkeringssituationen i ett visst område kan beläggningen på parkeringar i detta område komma att minska medan beläggningen i intilliggande områden ökar.

### 2.3 Styrparametrar

Det finns en mängd parametrar relaterade till parkering som kan tänkas påverka en resenärs resfrekvens, destinationsval, färdmedelsval, tidpunkt för resan och vid en eventuell bilresa slutligen ruttval och valet av parkeringsplats. Vissa parametrar såsom parkeringsavgift, platstillgång och gångavstånd har vid studier visat sig påverka bilistens val i särskilt stor utsträckning (Henriksson 1999).

Bifulco (1993) pekar på fem ”nyckelparametrar” vid planering av parkering: kapacitet, lokalisering, avgiftsstruktur, parkeringsrestriktioner och risken för att bli bötfälld. Priset tillsammans med tidsbegränsningen utgör de två parametrar som är enklast att modifiera och dessa två parametrar kan också användas till att styra beläggningen och därmed tillgången på parkeringsplatser vid olika tidpunkter. Det är emellertid viktigt att tillsammans med dessa fem nyckelparametrar även beakta en mängd andra parametrar vid studier av bilisters parkeringsval. I nedanstående lista ges exempel på parametrar som beroende på en persons preferenser påverkar valet av parkering i olika stor utsträckning.

- Parkeringsavgift
- Risken för bötfällning
- Tillgång/beläggning
- Kapacitet
- Tillgänglighet
- Gångavstånd till målpunkt
- Tidsbegränsning
- Restriktioner
- Säkerhet för person
- Säkerhet för fordon
- Betalningsformer
- Estetik och utformning av parkeringsanläggning

Det är troligt att dessa parametrar ges olika vikt beroende bilistens preferenser och ekonomiska situation och det krävs i de flesta fall lokala undersökningar för att fastställa vilka parametrar som är särskilt betydelsefulla för en viss stad. Det kan också vara så att ytterligare lokala parametrar framkommer i en lokal undersökning vilket ytterligare understryker vikten av att endast basera antaganden på säkra lokala fakta.

### 2.4 Parkerings- och trafiksituationen i Göteborg

Av Sveriges tre största städer är Göteborg den stad som har glesast bebyggelse. En densitet på 986 invånare per kvadratkilometer är förhållandevis lågt jämfört med Stockholm (3743 inv./km<sup>2</sup>) och Malmö (1576 inv./km<sup>2</sup>) (Göteborgs stadskansli 1995). Den utspridda bebyggelsen gör att en attraktiv kollektivtrafik med hög turtäthet blir svår att upprätthålla vilket gör bilen till det enda alternativet i många resvalssituationer. Stommen i centrala Göteborgs kollektivtrafiken utgörs dessutom av spårväg och

avsaknaden av tunnelbana gör att kollektivtrafiken restidmässigt har svårt att konkurrera med bilen. De tre tågbanesträckningar med tillhörande pendeltåg som strålar samman i Göteborgs Centralstation närmar sig fullt kapacitetsutnyttjande och utan en utbyggnad finns små möjligheter att utöka pendeltågstrafiken i någon större utsträckning.

Befolkningen i Göteborg förlitar sig alltså i mycket hög utsträckning på bilen som transportmedel. Handel och arbetsplatser är många gånger beroende av att de kan nås med bil och en förändring i parkeringssystemet kan i och med detta få genomgripande socioekonomiska effekter. Detta medför att det blir särskilt viktigt att i detalj testa och analysera ändrade strategier för parkering innan de införs. Det är emellertid inte enbart vid införandet av nya strategier som goda analysverktyg krävs utan även vid "business as usual" behövs analyser av framtida förhållanden eftersom biltrafiken alltjämt ökar och därmed även trycket på parkeringssystemet.

Tillgången på parkeringsplatser i centrala Göteborg kan i dagsläget (december 2000) betecknas som relativt god vilket till viss del hänger samman med den policy som tillämpas vid prissättning. Endast vid evenemang och vissa lördag förmiddagar närmar sig beläggningen maxkapacitet på samtliga centumparkeringar och undersökningar (Trafikkontoret 1999) visar att nio av tio bilister hittar en parkeringsplats vid den parkering man helst vill ställa bilen på. I Göteborgs största parkeringshus, P-hus Nordstan, nås endast full beläggning vid ett fåtal lördagar under julhandeln i december. Denna situation kan dock förändras i takt med att biltrafiken ökar och kapacitetsbrist vid parkering kan i och med detta bli en faktor som i allt högre grad styr en resenärs resvanor. Oavsett framtida åtgärder och prissättningar innebär trängselsituationen i Göteborgs centrum att parkering redan idag har en styrande effekt på biltrafiken. Det torde med anledning av detta finnas behov att studera dels hur styrningen sker idag men också hur framtida förändringar påverkar trafik- och parkeringssituationen.

### 3 Trafikprognoser

*I kapitlet beskrivs hur trafikmodeller som simulerar trafikutveckling och resemönster används till att bygga upp system som ligger till grund för framtagningen av trafikprognoser. Den klassiska fyrstegsmodellen används som utgångspunkt för att i korthet beskriva hur ett modellsystem kan byggas upp. Till sist beskrivs även hur transportsystemet kan delas upp i utbud och efterfrågan där utbud representerar infrastrukturen i form av gator och kollektivtrafiklinjer medan efterfrågan utgörs av de människor som använder sig av infrastrukturen för att tillfredsställa sitt transportbehov.*

#### 3.1 Trafikmodeller och prognoser för framtida resande

Vid investeringar i infrastrukturen görs i allmänhet samhällsekonomiska beräkningar som ett led i bedömningen av investeringens lönsamhet för samhället som helhet. Intäkterna från en investering baseras ofta på en förändring i användning av infrastrukturen och för att förutse hur resmönstret och trafiksituationen ändras till följd av investeringen och andra externa faktorer görs prognoser för den framtida trafiksituationen. En sådan trafikprognos baseras i de flesta fall på modeller som beskriver orsaken till dagens resbild och förmår förutspå kommande trafiksituation utifrån den tidigare utvecklingen. Det är dock inte enbart vid kostsamma nyinvesteringar som trafikmodeller kan komma till användning utan även vid små förändringar i trafiksystemet kan en genomgripande analys vara nödvändig för att en objektiv bedömning av åtgärden skall kunna utföras.

Det är numera väl känt att förändringar i en del av transportsystemet får effekter inte bara där åtgärden utförs utan även i andra delar av systemet och för andra transportslag. En ny vägbro kan till exempel förutom förändrade färdvägar för biltrafiken även leda till en minskning i tåg- och bussresandet, en ökning av det totala resandet eller att människor väljer nya målpunkter för sitt resande. Likaså kan en ekonomisk förändring såsom en konjunkturuppgång leda till en förändring i till exempel bilägande vilket i sin tur påverkar hela transportsystemet genom att bilresorna ökar. För att kunna hantera sådana förändringar skapas modeller som har till uppgift att simulera en verklig situation och reagera på framtida förändringar i systemet.

De modeller som ingår i en trafikprognos är uppbyggda av matematiska samband vilka har till uppgift att beskriva hur olika faktorer påverkar människors resebeteende. I exemplet med den nybyggda vägbron kan en av dessa faktorer utgöras av restiden som troligtvis minskar för bilresor när den nya bron börjar användas. I modellen finns då ett samband som beräknar hur många fler människor som väljer att åka bil istället för tåg eller buss när bilrestiden minskar. Det kan likaså etableras modeller som hanterar hur många extra resor som utförs till följd av den minskade restiden eller hur många bilister som ändrar sitt resebeteende och till exempel väljer att åka en längre sträcka till andra sidan bron för att uträtta sina ärenden. Ytterligare samband finns som beskriver externa faktorer som till exempel hur antalet bilresor påverkas av en ökning av bensinpriset. På detta sätt byggs prognosen upp med modeller för ett flertal parametrar och man kan på så sätt få en

prognos för hur det framtida resandet förändras till följd av dels den nya bron men också beroende på andra externa händelser som kan tänkas inträffa under prognosperioden.

En av de första modellerna för trafikprognoser är den så kallade fyrstegsmodellen vilken är uppbyggd i fyra skilda steg (Holmberg 1996). De fyra stegen modellerar i tur och ordning följande val i samband med en resa:

1. Resfrekvens            I det första steget modelleras hur många resor som kommer att utföras.
2. Destination            I detta steg bestäms varifrån och vart dessa resor sker.
3. Färdmedel            Här fördelas resorna på olika färdmedel.
4. Färdväg                Till sist läggs resorna ut på de mest troliga färdvägarna, trafiken fördelas alltså över trafiksystemet.

Även om fyrstegsmodellen idag har ersatts av modernare modeller som bättre beskriver de komplexa sambanden i trafiksystemet utgör den ändå en lättfattlig beskrivning av hur en prognosmodell kan utformas. De flesta av dagens trafikmodeller innehåller också de fyra stegen men istället för att vara åtskilda och behandlas var för sig går utvecklingen mot att integrera de fyra stegen i en gemensam beslutsmodell. På så sätt tillåts de skilda stegen påverka varandra genom återkopplingar så att till exempel färdmedelsvalet påverkar resfrekvensen. Effekter av trängsel i trafiksystemet kan också fås med i modellen genom att till exempel färdväg och restid tillåts påverka resfrekvens, destination och färdmedelsval i en iterativ process.

### **3.2 Utbud och efterfrågan på resor**

Vid modellering av trafik och persontransporter delas ofta transportsystemet upp i de två delarna utbud och efterfrågan. På utbuds-sidan återfinns infrastrukturen i form av vägar, tåg/buss-linjer, flygrutter etcetera medan efterfrågan representeras av de människor som använder sig av infrastrukturen för att tillfredsställa sitt transportbehov.

Efterfrågemodeller används för att bestämma efterfrågan på resor och baseras på socio-ekonomiska faktorer, markanvändning samt tillgänglighet och framkomlighet i transportsystemet. Ofta används så kallade logit-modeller (Ortúzar 1996) för att simulera människors val mellan olika alternativ.

Vid etablering av utbudet beskrivs infrastrukturen i form av noder och länkar. Länkarna tilldelas funktioner som representerar kostnad och tidsåtgång för att färdas på den specifika länken beroende på geometriska faktorer, trängsel eller restriktioner som till exempel hastighetsbegränsningar. Genom att ansluta länkarna till noder, som till exempel



kan representera vägkorsningar eller bytesplatser för kollektivtrafik, byggs ett nät upp som beskriver det nuvarande (eller vid ombyggnad det föreslagna) transportsystemet.

När efterfrågan på resor är framtagen och ett utbud i form av ett trafiknät har skapats finns modeller som matchar efterfrågan mot utbudet och fördelar trafik och resor på trafiknätet. Genom att beräkna tidsåtgång, avstånd och reskostnad för olika rutter fördelar dessa nätutläggningsmodeller efterfrågan så att resenärerna väljer den rutt som har lägst kostnad. Om trängsel uppstår finns funktioner som beräknar tidsökningen på den belastade länken, vilket gör att en del av resorna fördelas till alternativa färdvägar. För fördelning av trafik, så kallad nätutläggning, finns ett flertal programvaror att tillgå och som exempel på sådana programvaror kan nämnas EMME/2, VISUM och CONTRAM.



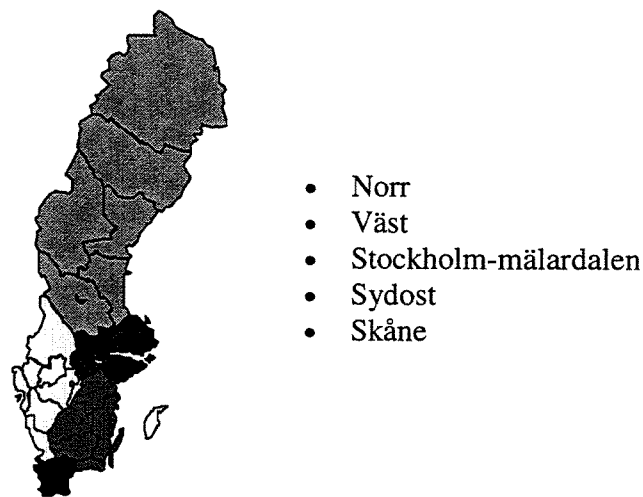
## 4 SAMPERS

*I kapitlet ges en beskrivning av programvaran Sampers som utvecklats i syfte att skapa ett övergripande system för planering och analys av samtliga persontransporter i Sverige. I Sampers simuleras människors resebeteende genom matematiska samband som bygger upp modeller för hantering av olika resval inkluderande resfrekvens, destinationsval, färdmedelsval samt ruttval. Den statistikanalys som ligger bakom modellerna i Sampers baseras på årliga resvaneundersökningar och genom en konsekvent zonindelning av landet kan utrikes-, nationella och regionala resor hanteras i samma system. Till sist ges även en kort beskrivning av kopplingen till nätutläggningsprogrammet Emme/2 där ruttvalet simuleras och restider till följd av trängsel i vägnätet kan beräknas.*

Sampers (Samordnad investeringsplanering – persontransport) är ett nationellt planeringsverktyg för att utföra analyser och studera effekter till följd av framtida förändringar i infrastrukturen. Målet vid utvecklingen av Sampers har varit att ta fram ett användarvänligt PC-system som skall visa hur människor kan förmodas utnyttja olika trafiklösningar, inkluderande samtliga resor i Sverige. Resultatet har blivit en programvara under Windows NT som innehåller: modeller för beräkning av efterfrågan på resor, databaser, moduler för effekt-, cost/benefit- och tillgänglighetsanalyser samt direktkoppling till nätutläggningsprogrammet Emme/2 (figur 4.3). Utvecklingsarbetet har utförts av Transek AB på uppdrag av SIKa, Vägverket, Banverket, KFB, Luftfartsverket samt Sjöfartsverket (Gerhardsdotter-Grolik 2000).

Sampers är det hittills mest integrerade systemet för rese- och trafikanalyser som utvecklats i Sverige och har även internationellt sett en omfattande nivå. I programmet ingår en mängd moduler som kan användas var för sig eller sättas samman till att bilda scenarier för prognoser av framtida trafiksituationer vilka i sin tur kan bygga upp ett större projekt för en mer omfattande trafikprognos. Samtliga resor med åtminstone start- eller målpunkt i Sverige modelleras i programmet och uppdelning av resorna med avseende på längd görs utifrån internationella-, långväga inrikes- samt regionala och lokala resor. Som regionala och lokala räknas resor med en reslängd under 100 km i en riktning.

För att hantera beräkningen av resandeströmmar delas landet in i 6000 zoner som summeras till 700 större zoner vid analys av internationella- och långväga inrikesresor. Till varje zon kopplas en centroid som utgör start- och målpunkt för resor till och från den aktuella zonen. För internationella resor tillkommer dessutom 200 zoner utanför Sverige där varje zon täcker en allt större yta ju längre från landet som zonen är definierad. Vid analys av regionala och lokala resor används emellertid den fina indelningen i 6000 zoner men för att förenkla hanteringen delas dessa upp i fem områden som behandlas var för sig (figur 4.1).



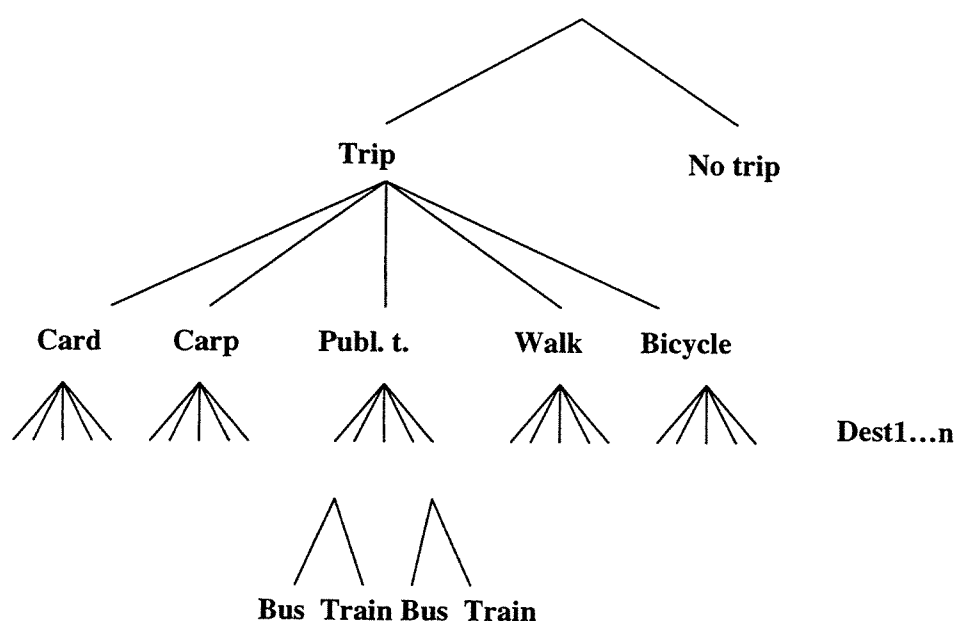
Figur 4.1: Indelningen av regionala resor i Sampers.

Kärnan i Sampers utgörs av modeller över människors resande, vilka bygger på statistik och beteendeteori. Modellerna är uppbyggda av matematiska formuleringar för resebeteendet och till grund för de beräkningar som utförs i Sampers ligger statistikanalys av resvanor och hur de förändras av faktorer som till exempel kortare/längre restider eller högre/lägre reskostnader. De flesta av modellerna i Sampers är av typen logit-modeller där nytta av tillgängliga resealternativ antas styra personens resval. Statistiken för resvanorna har hämtats från den nationella reseundersökningen RES/RVU under åren 1994-1997 och bygger på 30 000 intervjuer som utförts under denna period (Sundberg 2000). RES/RVU är en löpande resvaneundersökning som utförs av SIKÄ (Statens Institut för KommunikationsAnalys) där intervjupersonen beskriver samtliga resor som denne utfört under en slumpmässigt utvald dag och dessutom resor över 100 km den senaste månaden samt resor över 300 km de senaste två månaderna.

I Sampers behandlas resval med avseende på:

- Frekvens
- Destination
- Färdsätt
- Ruttval

I figur 4.2 ges exempel på hur en av Sampers regionala modeller är strukturerad.



Figur 4.2: Exempel på struktur för en av resvalsmodellerna i Sampers (regionala hembaserade resor).

Resenärer delas in i olika kategorier beroende på vilken typ av ärende som utförs i samband med resan. För långväga inrikesresor görs en uppdelning i privat- och tjänsteresor medan regionala resor har en mer detaljerad indelning i sex ärendetyper (tabell 4.1)

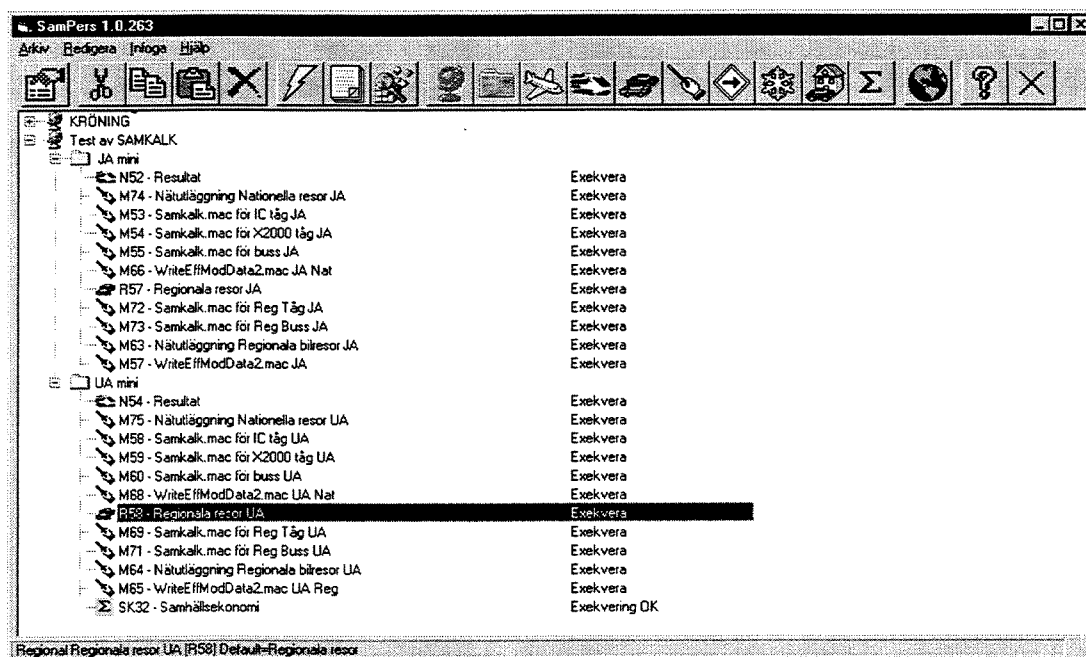
Tabell 4.1: Indelning av regionala resor i Sampers utifrån ärendetyp.

- 
1. Arbete
  2. Tjänste
  3. Fritid
  4. Besök
  5. Skola
  6. Övriga reseärenden
- 

Vid beräkning av rese-efterfrågan finns möjlighet att ta fram en OD-matris (Origin/Destination-matrix) (Ortúzar 1996) för var och en av dessa grupper. Det är dock inte alltid som en så noggrann uppdelning av ärenden krävs och det finns därför möjlighet att lägga ihop de fyra sista ärendetyperna (fritid, besök, skola, övriga) i en gemensam matris. För parkeringsvalsmodellen tas OD-matriser fram för arbetsresor och övriga resor där övriga resor innehåller samtliga ärende förutom arbets-, och tjänsteresor. Tjänsteresor utelämnas från parkeringsvalsmodellen eftersom dessa resor är försumbara i förhållande till totala antalet regionala resor till Göteborgs centrum.

Efter det att efterfrågan beräknats vidtar proceduren för ruttval. Vid analys av ruttval görs utläggning av den beräknade efterfrågan på trafiknätet med programvaran Emme/2 vilket innebär att resenärer fördelas på olika färdvägar. Emme/2 fördelar biltrafiken i form av OD-matriser med antalet resor på vägnätet enligt jämviktsprincipen och tar hänsyn till förlängda restider på grund av trängsel. Genom att använda de förlängda restider som uppkommer till följd av trängsel som indata till nya Sampers-beräkningar kan en ny efterfrågan tas fram som avspeglar förändringen vid trängselsituationer. Etableringen av parkeringsvalsmodellen utförs i Emme/2 genom att det existerande vägnätet byggs ut med länkar för parkering. Sampers används för att beräkna efterfrågan på resor till följd av förändrade restider vid ändringar i parkeringssystemet.

Sampers är i första hand tänkt som ett nationellt analyssystem och om det används på en alltför detaljerad nivå finns därmed en risk att avvikelserna kan bli stora. Det krävs i och med detta att användaren är väl bekant med systemets begränsningar innan slutsatser dras från detaljerade analyser vilket är särskilt viktigt för parkeringsvalsmodellen. Man bör alltså hela tiden hålla i minnet att de sifferexempel och resultat som presenteras i denna rapport kräver ytterligare tester och analyser för att verifieras.



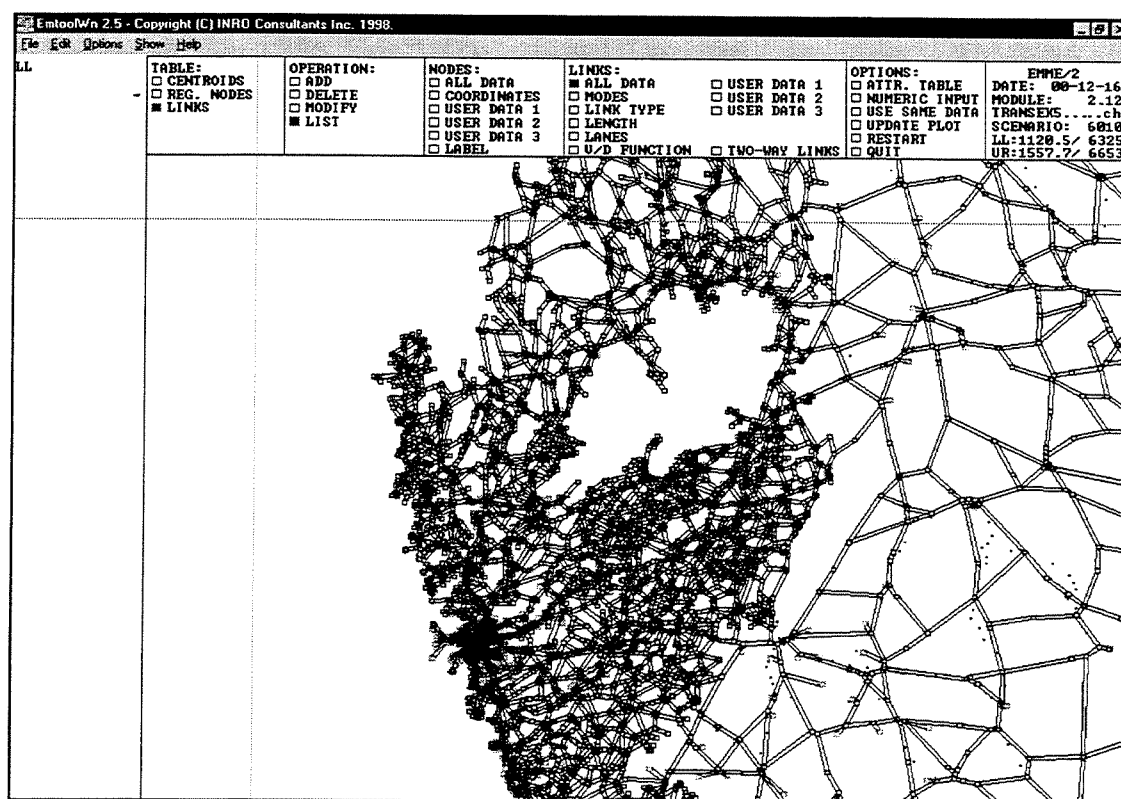
Figur 4.3: Användargränssnitt för huvudmenyn i Sampers.

## 5 EMME/2

Emme/2 är en programvara, utvecklad av INRO-consultants, för att utföra analyser och planering av trafik och persontransporter i multimodala transportnät (INRO 1999). I systemet finns moduler för modifiering av efterfråge- och resematriser vilket även möjliggör en etablering av modeller för trafikprognoser. Vidare finns procedurer för fördelning av trafik enligt jämviktsprincipen, beräkningsmoduler för påverkansanalyser och effektstudier samt möjligheten att presentera resultat grafiskt.

I Emme/2 finns även ett makrospråk etablerat som gör det möjligt att förenkla och anpassa procedurerna vid analyser efter eget önskemål. Genom Emme/2:s makrospråk kan sekvenser byggas upp så att skräddarsydda och enkla rutiner för behandling av in-, utdata kan etableras.

I Sampers används Emme/2 för fördelning av den beräknade efterfrågan på trafiknätet. Det är alltså i Emme/2 som trafiknätet (figur 5.1) finns inlagt och genom att utföra ändringar i detta skapas ett nytt utbud i form av nya restider och reseavstånd.



Figur 5.1: Användargränssnitt i Emme/2. Trafiknät för Sampers-region väst.





## 6 Parkeringsvalsmodeller

*I kapitlet beskrivs hur parkeringsvalsmodeller kan delas in två kategorier; nätverksbaserade och icke nätverksbaserade. I en nätverksbaserad modell utökas det trafiknät som används vid simulering av bilisters ruttval med länkar som representerar kostnaden i samband med parkering. Parkeringsvalet blir på detta sätt en del av ruttvalet vilket innebär den största skillnaden gentemot icke nätverksbaserade modeller där parkeringsvalet modelleras externt och skilt ifrån ruttvalet. I kapitlets tre avslutande avsnitt (6.3-6.5) redogörs för uppbyggnaden av de tre nätverksbaserade modeller som legat till grund för etableringen av parkeringsvalsmodellen för Göteborg, vilken beskrivs ingående i kapitel 7.*

### Vad är en parkeringsvalsmodell?

Med parkeringsvalsmodell avses här en modell där bilisters val av parkering simuleras genom en matematisk representation av valbeteendet. Parkeringsmodell är benämning som också förekommer inom ämneslitteraturen vilket ger en något större bredd åt innehållet. I denna text har dock termen parkeringsvalsmodell använts för att betona att det är bilistens *val* av parkeringsplats som studien har koncentrerats kring. Definitionen av vad termerna innebär är flytande och det förekommer även andra mer specificerade benämningar som till exempel parkerings-söknings-modell. Gemensamt för de modeller som ingår i litteraturstudien är dock att samtliga simulerar bilisters *val* av parkeringsplats och beroende på modellens detaljnivå kan valet röra sig om större parkeringsområden, anläggningar, parkeringstyper (till exempel gatuparkering, avgiftsbelagd, tidsbegränsad) eller om enskilda parkeringsrutor vid mycket hög upplösning.

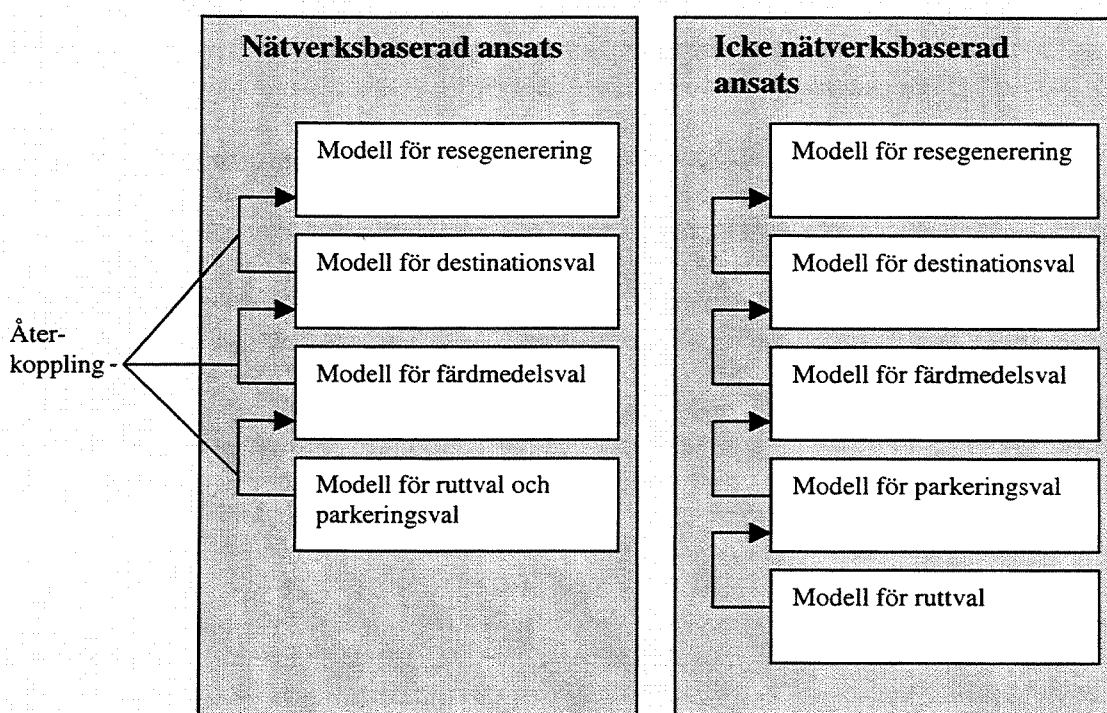
De enklaste modellerna för parkeringsval förutsätter att bilisten alltid väljer det mest optimala alternativet, det vill säga det alternativ där bilistens egen nytta maximeras. Det finns även mer sofistikerade modeller där stokastiska val har introducerats, vilket ger en mer realistisk bild av valsituationen. Ett optimalt, nyttomaximerande val förutsätter att bilisten har erhållit fullständig information om parkeringssituationen vilket sällan är fallet och även om bilisten har erhållit en i det närmaste perfekt information kan ändå valet skilja sig mellan två bilister. Det kan vara traditioner, principer eller känslomässiga parametrar som spelar in vid valet och som aldrig helt kan fångas in i en modell.

### Uppdelning av parkeringsvalsmodeller

För att klargöra skillnader i utformning och användningsområde för olika modeller är det lämpligt att definiera någon form av uppdelning. Skala och detaljnivå är ett sätt att dela in modeller i olika kategorier. Young (1991) använder sig av denna uppdelning och presenterar ett koncept med en hierarkisk indelning av modeller beroende på skalnivå. Den hierarkiska uppbyggnaden bygger på att modeller på två intilliggande nivåer skall kunna utbyta information sinsemellan. På så sätt kan till exempel indata till en modell som simulerar fordonsrörelser och beläggning på en enskild parkeringsanläggning fås

från en modell där val och fördelning mellan skilda parkeringsanläggningar simuleras (se kap. 6.3).

En något mer generell indelning föreslås av Bifulco (1996) som delar in modellerna i *nätverksbaserade* och *icke nätverksbaserade*. Indelningen bygger på huruvida parkering är representerad som en del av vägnätet eller inte. I en nätverksbaserad modell utökas det befintliga vägnätet med länkar för parkering som representerar den kostnad som uppstår i samband med parkeringen av ett fordon. Ruttval och parkeringsval sker då samtidigt och skiljer sig på detta sätt från de icke nätverksbaserade modellerna där parkeringsvalet behandlas separat och därefter eventuellt kopplas till en ruttvalsmodell (figur 6.1).



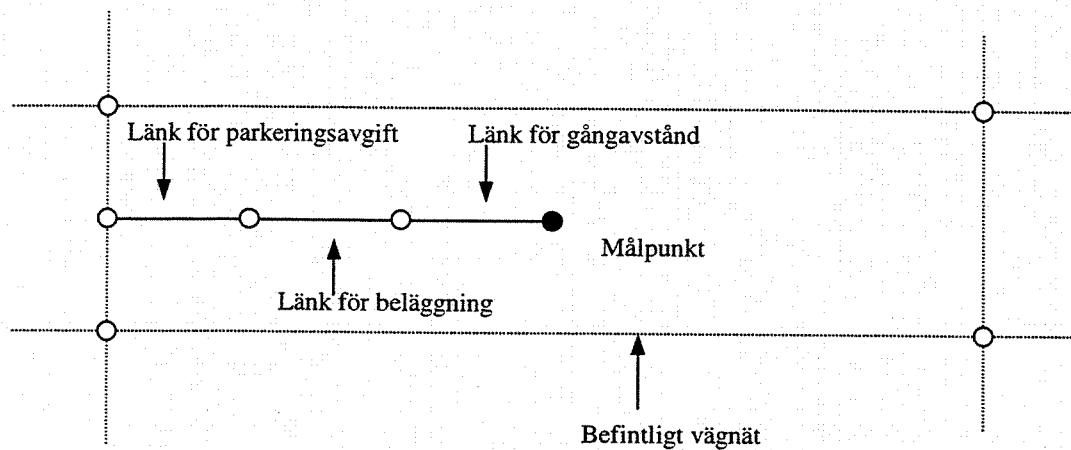
Figur 6.1: Två ansatser för uppbyggnad av ett system av trafikmodeller med parkeringsvalsmodell enligt Bifulcos (1996) uppdelning.

I denna studie har Bifulcos uppdelning i nätverksbaserade och icke nätverksbaserade modeller valts för indelningen av studerade parkeringsvalsmodeller. De modeller som detaljstuderats (kap. 6.3-6.5) är samtliga nätverksbaserade medan endast en översiktlig beskrivning av icke nätverksbaserade modeller återfinns i kapitel 6.2.

### 6.1 Nätverksbaserade modeller

En nätverksbaserad modell bygger på att nya länkar för parkering ansluts till det befintliga vägnätet. Det vanligaste är att dessa nya länkar består av "verkliga" länkar för infart till parkering och gångavstånd till målpunkt samt en eller flera fiktiva länkar där

övriga parkeringskostnader representeras. I figur 6.2 ges ett exempel på hur ett vägnät kan byggas ut med länkar och noder för parkering.



Figur 6.2: Exempel på nätverksbaserad parkeringsvalsmodell med tre parkeringsparametrar.

Den största fördelen med nätverksbaserade modeller är att ruttval och parkeringsval utförs i samma sekvens och den påverkan dessa två val utövar på varandra tas då automatiskt med i modellen. Det kan till exempel vara så att den mest attraktiva parkeringen är näst intill omöjlig att nå vid höga trafikmängder vilket resulterar i att färre bilister väljer denna parkering. Likaså kan en attraktiv parkering med låg kostnad innebära ökad trängsel på omgivande vägnät vilket även kan påverka genomfartstrafiken.

Ett problem vid nätverksbaserade modeller är att kostnaden i samband med parkering oftast skiljer sig väsentligt åt mellan två bilister. Speciellt gäller detta parkeringsavgiften som till stor del beror på parkeringstiden, det vill säga hur länge bilisten parkerar. Vid proceduren för fördelning av bilresor på trafiknätet behöver därför en uppdelning av bilister i flera kategorier beroende på parkeringstiden göras. Vidare kan det tänkas att bilister med samma parkeringstid har olika tidsvärden (värdering av tidskostnaden) och därför väljer olika parkeringsalternativ. Att inkludera parkering vid fördelning av bilresorna på trafiknätet kräver i och med detta att nätutläggning utförs för flera bilistkategorier vilket gör att modellens komplexitet snabbt ökar.

En av de tidigaste nätverksmodellerna för parkering har utvecklats av Nour Eldin (1981) och baseras på ett ordinärt nätverk för trafikanalys. Lämpliga länkar för parkering har i denna modell lagts till det existerande trafiknätet för att simulera lokalisering och parkeringstyp. Komponenterna för parkering i den generaliserade kostnaden har delats upp i parkeringsavgift, söktid och gångtid till målpunkt.

I denna studie har tre nätverksbaserade modeller valts ut för detaljerad analys (kap. 6.3-6.5) och som jämförelsemodeller vid etableringen av parkeringsvalsmodellen för Göteborg. CENCIMM (Young, 1991) är utvecklad i Australien och har där applicerats på

Perth. Modellen ingår i ett större hierarkiskt system av modeller som kan utbyta information sinsemellan och genom en sådan uppbyggnad kan varje trafiksituation och problem analyseras med en anpassad modell. I Birmingham har en regional trafikmodell utvecklats vilken inkluderar parkering för de centrala delarna (Skinner 1992). Slutligen har en modell utvecklad av Bifulco (1993) studerats, vilken har testats på en mindre Italiensk stad vid namn Avellino.

## **6.2 Icke nätverksbaserade modeller**

En icke nätverksbaserad modell bygger på att parkeringsvalet modelleras fristående från övriga resval. Modellen för parkeringsval kan dock integreras i en större efterfrågemodell och därmed tillåtas påverka frekvens-, målpunkt-, och färdmedelsval. Ruttvalet behandlas dock i sådana fall i ett separat steg och tillåts endast indirekt genom en eventuell återkoppling påverka parkeringsvalet.

Att rutt- och parkeringsval är åtskilda innebär både för- och nackdelar. Till fördelarna kan räknas möjligheten att använda skilda valmodeller för rutt- och parkeringsval. Detta innebär att en logit-modell kan etableras för parkeringsvalet vilket gör att avvikelser i valbeteende lättare kan fångas in. Ruttval utförs ofta i ett program för nätutläggning enligt jämviktsprincipen där samtliga bilister väljer den rutt som medför lägst kostnad. Att samtliga bilister väljer "den bästa" vägen är en relativt god approximation vid simulering av ruttval eftersom restiden i de flesta fall är den faktor som styr bilistens val av färdväg. Vid parkeringsval kommer dock fler parametrar än enbart tid in i valet vilket medför att avvikelserna från "det perfekta valet" blir större. I en logit-modell tillåts vissa bilister välja alternativ som objektivt sett har en hög kostnad vilket i fallet parkering innebär en bättre representation av det verkliga valbeteendet. Kalibreringen bör också bli mindre komplicerad om rutt- och parkeringsval skiljs åt och parkeringsvalet kan kalibreras inom en logit-modell (Bifulco 1993).

Till de största nackdelarna med icke nätverksbaserade modeller kan räknas att målpunkternas läge behöver modifieras för att stämma överens med parkeringarna vid simulering av ruttvalet. I en nätverksbaserad modell fås däremot denna modifiering med genom att länkar för gångavstånd från parkering till målpunkt etableras och ruttvalet sker således så att en bilist alltid passerar en parkering vid färd mot målpunkten. En annan stor nackdel är att trängseffektens påverkan på parkeringsvalet inte automatiskt kommer med i modellen utan måste tas med som ytterligare en parameter vid modelletableringen.

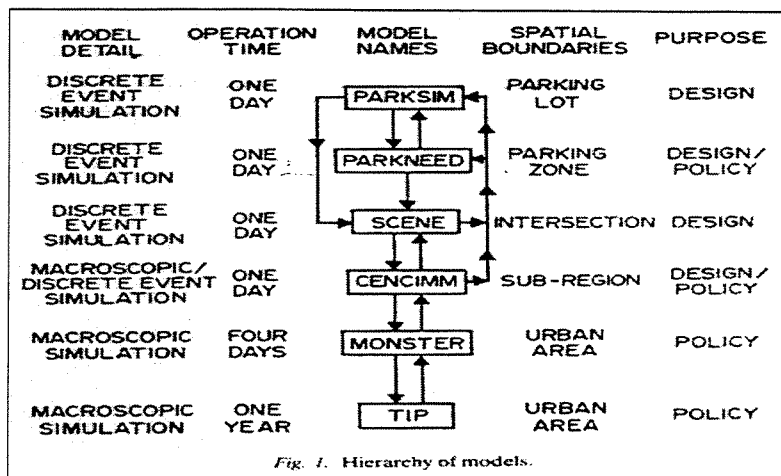
Det finns gott om exempel på icke nätverksbaserade modeller och som exempel kan nämnas CLAMP (Bates 1986), vilken är en välbeprövad modell med brittiskt ursprung som har använts vid ett flertal tillfällen för att utvärdera nya parkerings-policies. I detta arbete har dock inte någon icke nätverksbaserad modell tagits med bland de modeller som detaljstuderats eftersom arbetets huvudsyfte har varit att etablera en nätverksbaserad modell.

### 6.3 CENCIMM, Central City Movement Model.

Young (1991)

CENCIMM (CENTral City Movement Model) är ett planeringsverktyg för handhavande och behovsutvärdering av en stads parkeringssystem. Modellen har utvecklats för de centrala stadsdelarna i Perth och är fokuserad kring det centrala vägnätet och parkeringssystemet. Syftet med utvecklingen av CENCIMM har varit att ta fram en modell som på ett bättre sätt simulerar interaktionen mellan parkeringsutbud, efterfrågan på parkering och trafiksystemets effektivitet än den mer konventionella trafikflödesmodellen SATURN vilken tidigare använts för Perth.

CENCIMM använder indata från en större regional trafikmodell men kan också generera data till densamma. I Perth fås indata (efterfrågan på resor) från SPECTRUM som är en "urban-wide" trafikmodell för Perth-regionen. CINCEMM kan även generera data till mer detaljerade modeller för enskilda parkeringsanläggningar som till exempel PARKSIM och på detta sätt skapas en hierarki av kopplade modeller för utvärdering av parkering (figur 6.3).



Figur 6.3: Exempel på hierarki för parkeringsmodeller, källa: Young (1991).

Vid utvecklingen av CINCEMM fokuserade man först på två stora problemområden inom parkering:

- Bilistens "access" till parkeringsplatser
- Cirkulerande fordon (söktrafik)

Vid tillämpningen av CENCIMM på Perth etablerades modellen för att främst utvärdera effekter till följd av:

- Nya parkeringars inverkan på trängsel i trafiknätet.
- Ändrad parkeringspolicy (avgift, parkeringstid, parkeringars öppettider).
- Kapacitetspåverkan av ändrade in- och utfarter från parkering.
- Effekter av minskat antal platser för gatuparkering.

### 6.3.1 Beskrivning av nätverket

Modellen har etablerats för centrala Perth i en skala som Young definierar som "a dense network" vilket innebär att nätverket representerar trafiksystemet i form av gator, korsningar och parkeringsplatser. De flesta gator i analysområdet finns representerade som länkar i nätverket och genomfarts- och svängande trafik behandlas separat i varje nod. För att möjliggöra datautbyte mellan CENCIMM och SPECTRUM-modellen är trafiknätet beskrivet enligt samma definitioner för dessa båda modeller.

Parkeringsystemet i CENCIMM representeras genom följande attribut:

1. Kapacitet
2. Pris
3. Maximal parkeringstid
4. Kapacitet/söktids-samband

### 6.3.2 Uppdelning av trafik

Modellen delar upp trafiken i fyra kategorier:

1. Genomfartstrafik
2. Trafik som parkerar i området.
3. Gångtrafik i samband med parkering.
4. Kollektivtrafik

*Genomfartstrafik* (privat-, yrkes-, och kollektivtrafik) inkluderar även de fordon som endast gör korta stopp för att till exempel släppa av passagerare eller lasta gods.

*Trafik som parkerar i området*

Parkeringstrafiken delas upp i två användarkategorier:

1. Bilister med *privat parkeringsplats* i form av förhyrd plats eller tjänsteparkering. Dessa bilister väljer den färdväg med kortast restid som går direkt till parkeringen. Ruttvalet görs med utläggning av trafiken på vägnätet enligt jämviktsmodell.

2. Bilister som parkerar på *allmänna parkeringsplatser*. Dessa bilister väljer den färdväg där resans totala kostnad minimeras. Resan består för dessa bilister av tre delar:
  1. Restid på vägnätet
  2. Parkeringstid
  3. Gångtid (eller restid med kollektivtrafik) till slutlig destination.

Bilister med allmän parkering (public parker) delas dessutom in i två undergrupper utifrån parkeringstiden (long term public parker och short term public parker). Skillnaden mellan dessa undergrupper består i att långtidsparkerare accepterar ett längre gångavstånd till målpunkten än korttidsparkerare. Om parkeringssystemet närmar sig kapacitetstaket ökar dock det acceptabla gångavståndet vilket innebär att modellen förutsätter att bilisten har erhållit information om tillgången på parkeringsplatser innan resan startar. I många fall saknar dock bilisten denna information vilket skulle kunna modelleras om någon form av sannolikhetsmodell etablerades för hanteringen av detta.

*Fotgängare* modelleras i de fall rörelserna sker till och från parkeringsplatser. För att hantera fotgängare har ett rektangulärt nätverk etablerats med länkar som representerar avstånd samt fördröjningar till följd av trängsel och påverkan från fordonstrafiken.

*Kollektivtrafik* finns representerad i modellen och innebär att möjligheten finns att åka buss från parkering till målpunkt istället för att gå. En speciell faktor i detta sammanhang är Perths "free zone" vilket betyder att busstrafiken är gratis i centrum vilket kan underlätta för bilister att ta bussen till och från parkeringen. Initialt färdmedelsval modelleras dock i en iterativ procedur där SPECTRUM-modellen kombineras med CENCIMM.

### 6.3.3 Modellens funktion

Indata till CENCIMM består av efterfrågan från en regional trafikmodell (SPECTRUM för Perth). Efterfrågan påverkas av parkeringsutbudet vilket hela tiden förändras. Förändringen av utbudet och dess påverkan på efterfrågan är ett av de viktigaste elementen i modellen och de tidsintervall modellen arbetar med måste därför vara tillräckligt korta, vilket innebär i storleksordningen 15 minuter. Ett kortare tidsintervall innebär visserligen att noggrannheten ökar men på bekostnad av orimligt långa exekveringstider för modellen.

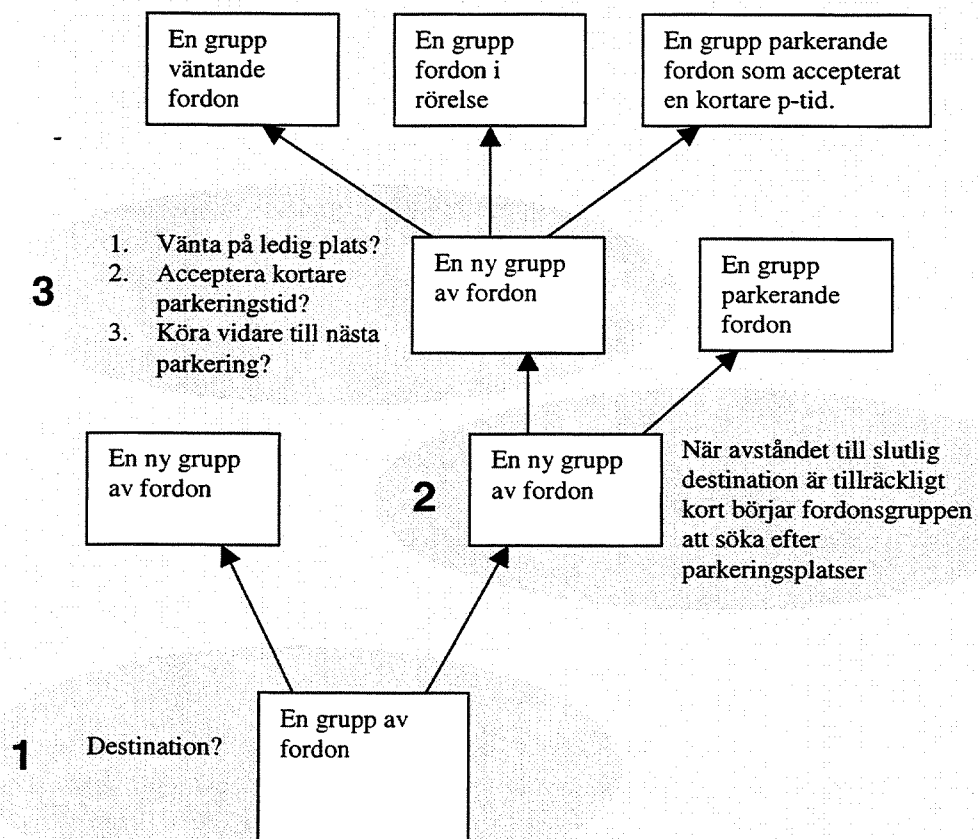
För varje tidsperiod görs först en utläggning av genomfarts- och kollektivtrafiken på vägnätet. Dessa fordon (som inte söker parkeringsplats i området) skapar på detta sätt ett basflöde för varje tidsperiod. Ovanpå detta flöde läggs därefter parkeringstrafiken i form av bilister med privat respektive allmän parkeringsplats. Bilister som parkerar på allmän plats väljer den färdväg som minimerar den totala reskostnaden där följande vikter har tilldelats restidskomponenterna:

- Åktid vikt = 1.0
- Söktid efter parkering vikt = 1.5
- Gångtid till målpunkt vikt = 2.5

En viktig del i modellen är den dynamiska procedur som används för att modellera söktrafik. En fordonsgrupp delas upp i mindre grupper beroende på destination (figur 6.4). När en grupp av fordon befinner sig inom ett fördefinierat acceptabelt gångavstånd från målpunkten börjar sökandet efter parkeringsplatser. Om platser finns tillgängliga parkerar fordonen och en avresetid beräknas. De fordon som inte kan parkera formar en ny grupp och väljer därefter ett av tre alternativ:

1. Vänta en kort stund på att en ledig plats dyker upp.
2. Parkera på en plats med kortare tillåten parkeringstid.
3. Köra vidare till nästa parkering.

Valet av alternativ bestäms utifrån en sannolikhetsmodell.



Figur 6.4: Modellering av söktrafik i CENCIMM genom uppdelning i fordonsgrupper.



Söktiden inom en parkeringsanläggning bestäms utifrån beläggningen vilket medför att en hög beläggning resulterar i längre söktider. De bilar som eventuellt inte hittar parkeringsplats inom en fördefinierad tid (till exempel 30 minuter) kör tillbaka till startpunkten och modellen kan genom detta indikera att parkeringssystemet passerat kapacitetstaket. Illegal parkering eller effekter av informationssystem ingår än så länge inte i modellen.

#### **6.4 BCCTM, Birmingham City Centre Transportation Model**

Skinner (1992)

*Birmingham City Centre Transportation Model (BCCTM)* är en trafikmodell som utvecklats för att utgöra ett verktyg vid utformningen av transportstrategier för Birminghams centrum. Modellen tar hänsyn till parkeringsutbudet genom att val av parkeringsplats ingår i proceduren för nätutläggning. Grunddata i form av efterfrågematriser för ett basår med tillhörande faktorer hämtas från *Birmingham Integrated Transportation Study strategic model (BITS)* som tar hänsyn till ekonomisk utveckling och markanvändning. BCCTM innehåller vissa moduler för färdmedelsval, reseefterfrågan och prognostisering men modellen är huvudsakligen uppbyggd kring två nätutläggningsmodeller för bil- respektive kollektivtrafik. Det huvudsakliga användningsområdet för BCCTM blir därmed att förutse förändringar i resemönstret till följd av ändringar i gatusystemet och kollektivtrafikutbud.

I modellen har man kombinerat två tidigare nätutläggningsmodeller för bil och kollektivtrafik:

- Modellen för nätutläggning av biltrafik har etablerats i programvaran SATURN. I denna del har en parkeringsvalsmodell inkluderats genom att gatunätet har utökats med länkar som representerar kostnaden i samband med parkering.
- Modellen för nätutläggning av kollektivtrafik använder VIPS (Volvo Interactive Planning System) som är en programvara för analys och nätutläggning av kollektivtrafik.

##### 6.4.1 Parkeringsvalsmodell

Parkeringslokalisering och gångavstånd påverkar stadskärnans attraktivitet. Att på ett manuellt sätt studera effekterna av förändringar i Birminghams parkeringssystem ansågs vara alltför tidskrävande och kunna ge upphov till en mängd felkällor. Därför etablerades en parkeringsvalsmodell för de centrala delarna. När Birmingham under 1991 reviderade parkeringsstrategin för centrum användes visserligen CLAMP (Polak 1990) för att testa olika lösningar men det ansågs ändå finnas behov av att integrera en parkeringsvalsmodell i BCCTM inför kommande utredningar.

Parkeringsvalsmodellen i BCCTM utgör en utvidgning av processen för den ordinära nätutläggningen och inkluderar följande attribut:

- Parkeringstillgång
- Parkeringsavgift
- Gångavstånd mellan parkering och målpunkt.

Fordonstrafiken har delats in i tre användarkategorier:

- Långtidsparkerare (mer än fyra timmars parkeringstid) på allmänna parkeringar, såväl gatu- som anläggningsparkeringar.
- Korttidsparkerare (mindre än fyra timmars parkeringstid) på allmänna parkeringar, såväl gatu- som anläggningsparkeringar.
- Bilister med tillgång till privat parkeringsplats samt tunga fordon och genomfartstrafik.

Indelningen i lång- respektive korttidsparkerare har skett utifrån maxtiden för gatuparkering i Birmingham samt mot bakgrund av att fyra timmar motsvarar en halv arbetsdag.

Gatunätet för parkering innehåller fyra huvudtyper av länkar (figur 6.5):

1. *Korta gatulänkar för infart* från gatunätet till parkeringsanläggning.
2. *Parkeringslänkar*

Parkeringslänkarna representerar kapacitet och parkeringskostnad. Parkeringsavgiften avspeglas i tiden som åtgår för att färdas längs länken genom att kostnaden omvandlas till tid med ett tidsvärde. Halva kostnaden fördelas över inkommande resa och den andra halvan till utgående resa. Parkeringsbeläggning representeras genom tre av SATURN's länk-attribut.

1. *Länk-kapaciteten* representerar parkeringens kapacitet.
2. *Länk-tider* vid fritt flöde och trängselsituationer.  
*Länktiden vid fritt flöde* representerar parkeringsavgiften.  
*Länktiden vid trängselsituationer* representerar parkeringsavgiften plus ett motsånd mot att använda länken när beläggningen närmar sig parkeringens max-kapacitet.
3. Funktioner för *hastighet-/flödessamband* styr hur tidsåtgången för att färdas på parkeringslänken ökar när beläggningen närmar sig parkeringens max-kapacitet.

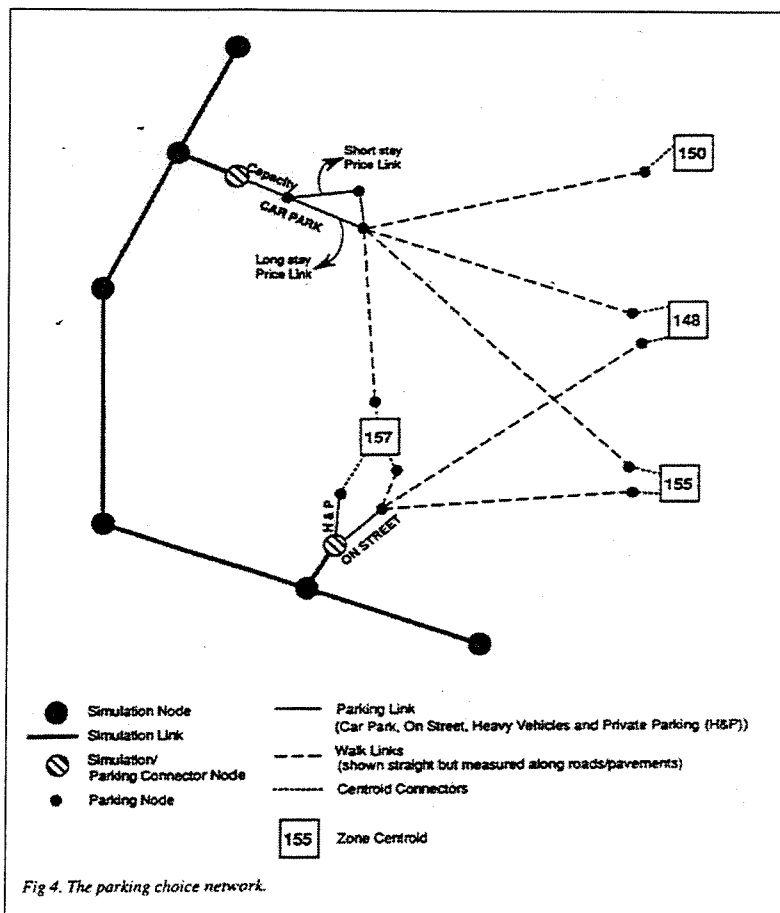
Fyra typer av parkeringslänkar används i modellen:

1. Allmän parkering på anläggning.
2. Gatuparkering
3. Länkar för tunga fordon samt bilister med privat parkering.
4. Länkar för parkering utanför "parkeringsvalsområdet" för att få med kringliggande parkeringar som används av bilister med målpunkt i centrum.

3. *Länkar för gångavstånd* från parkeringsplats till målpunkt.

- Gånghastigheten är satt till 5 km/h.
- Vid passage av större gator och gångtunnlar läggs strafftid till.
- Parkeringar inom en radie av 900 m har tagits med vid kodning av gånglänkar.
- En parkeringsanläggning är via gånglänkar i genomsnitt ansluten till 12 centroider.

4. *Länkar för anslutning av gånglänkar till centroider.*



Figur 6.5: Parkeringsnät i Birmingham City Centre Transportation Model, källa: Skinner (1992).

Vid utläggning används SATURNs funktion med multiclass assignment, det vill säga utläggning av flera efterfrågematriser på samma trafiknät och vid samma tidsperiod. Vissa länkar kan i och med detta stängas för vissa bilister och privat- och allmänparkerare använder på så sätt olika delar av nätet för att nå en och samma målpunkt.

## **6.5 Parkeringsvalsmodell enligt Bifulco**

Bifulco (1993)

I Italien har en nätverksbaserad parkeringsvalsmodell utvecklats där valproceduren sker med nätutläggning enligt jämviktsprincipen men med en stokastisk del inkluderad i reskostnaden. Modellen är uppdelad i tre delmodeller som hanterar efterfrågan, utbud och interaktionen mellan dessa båda (tabell 6.1).

*Tabell 6.1: Uppdelning av parkeringsvalsmodell enligt Bifulco.*

- 
1. Demand model
  2. Supply model
  3. Supply/demand interaction model
- 

### 6.5.1 The demand model

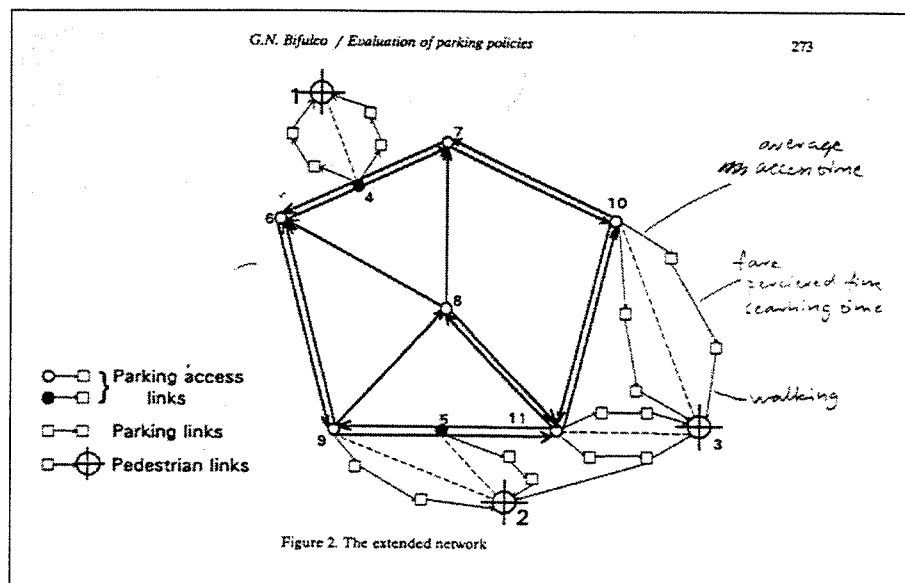
En dag delas upp i ett flertal tidsperioder. Uppdelningen görs så att efterfrågan (demand) kan antas vara konstant under en och samma tidsperiod. Efterfrågan delas därefter in i särskilda användarkategorier som definieras genom följande parametrar:

1. Varaktighet för ärende (parkeringstid)
2. Resans ärendetyp
3. Tidsperiod då resan utförs

Efterfrågan i form av O/D-matriser för respektive tidsperiod och användarkategori tas fram externt och är i denna modell därmed givna och fixerade. Modellen fördelar alltså endast efterfrågan på olika parkeringar och utbudet tillåts inte påverka storleken på efterfrågan. Enligt Bifulco finns dock inga teoretiska hinder för att utveckla modellen till att hantera en dynamisk efterfrågan.

### 6.5.2 The supply model

Ett utvidgat vägnät för parkering har lagts till det existerande vägnätet där lokala gator för att nå parkeringar ej finns representerade (figur 6.6).



Figur 6.6: Gatunät med extra länkar och noder för parkering enligt Bifulco (1993).

Det gamla vägnätets länkar för infart från gatunätet direkt till målpunkter har alltså utökats med en sekvens av länkar för representation av tidsåtgång och kostnad i samband med parkering. I parkeringsnätet ingår infartslänkar (parking access links), parkeringslänkar (parking links) och gånglänkar (pedestrian links).

#### 1. Parking access links:

Simulerar tidsåtgång för infart från gatunät till parkering.

##### *Vid gatuparkering (on-street parking)*

Tidsåtgången för infart till gatuparkering baseras på medelvärdet av färdvägen från anslutningsnod i gatunätet till samtliga parkeringsrutor i den aktuella zonen. Farten antas vara konstant inom respektive zon. Tidsåtgången för infart till gatuparkering innehåller även tid för att manövrera bilen in i en parkeringsruta.

##### *Vid parkeringsanläggningar (off-street parking)*

För infarts-länkar till parkeringsanläggningar baseras tidsåtgången på färdvägen till respektive anläggning och medelfärdväg inne i respektive anläggning. Dock ingår ingen tid för manövrering in i parkeringsruta eftersom denna tid bedöms vara försumbar vid denna typ av parkering.

#### 2. Parking links:

Parkeringslänkar beskriver kostnad och tidsåtgång i samband med avgift, risk för böter och söktid.

*Parkeringsavgift*

Kostnaden för parkeringsavgiften baseras på en stegfunktion beroende på parkeringstiden.

*Risken för parkeringsböter*

Ibland kan bilister glömma parkeringstiden eller kanske strunta i att betala avgiften. I dessa fall tillkommer en kostnad som är relaterad till sannolikheten för att få parkeringsböter. En funktion har etablerats för att beräkna denna del av kostnaden.

*Söktid efter ledig parkering*

Söktiden ökar då antalet lediga platser minskar. En funktion för att beräkna kostnaden i samband med sökning efter parkering har etablerats.

3. Pedestrian links:

Gånglänkar representerar gångtiden från parkeringen till den slutliga destinationen. Gånghastigheten har satts till 1 m/s.

Dessa länk-kostnader resulterar i en total kostnad  $C$  för en bilist som väljer en viss färdväg  $k$  till en viss parkering  $p$ . I kostnadsfunktionen för  $C$  (figur 6.7) har fyra viktningsparametrar  $\beta$  etablerats där index  $p$  och  $k$  anger om attributet hör till parkeringslänken ( $p$ ) eller färdvägen ( $k$ ).

$$C = \beta_0 \cdot (T_k + T_p) + \beta_1 \cdot (T_k + T_p) + \beta_2 \cdot (CH_p + R_p) + \beta_3 \cdot W_p$$

<p>Förseningstid beroende på trängsel i trafiknät (<math>T_k</math>) och hög beläggning på parkeringar (<math>T_p</math>)</p>	<p>Åktid i bil för resa på gatanätet (<math>T_k</math>) och infart till parkering inklusive tid för parkeringsmanöver (<math>T_p</math>)</p>	<p>Tidskostnad för parkeringsavgift (<math>CH_p</math>) och risken för parkeringsböter (<math>R_p</math>). (CH=Charge, R=Risk)</p>	<p>Gångtid från p-plats till slutligt resmål</p>
---	--	--	--

Figur 6.7: Funktion för reskostnaden vid bilresa som inkluderar parkering.

$\beta$  tilldelas olika värden beroende på respektive användarkategori och i tabell 6.2 ges exempel på värden på  $\beta$  som använts vid test av modellen.

Tabell 6.2: Exempel på värden på viktningsparameter  $\beta$ .

---

$\beta_0$ : 1,4
$\beta_1$ : 1
$\beta_3$ : 1,8 – 2

---

### 6.5.3 The supply/demand interaction model

Vid fördelning av efterfrågan på trafiknätet antas systemet befinna sig i ett konstant läge inom varje tidsperiod. Den enda kopplingen mellan två tidsperioder utgörs av beläggningen på parkeringarna som förs över till den efterföljande perioden i form av antalet parkerade fordon.

Vid valproceduren antas en bilist välja en resväg till en parkering vid en viss tidsperiod. Bilisten erhåller härmed en kostnad  $G$  som antas bestå av dels den totala "verkliga" kostnaden  $C$  men också en slumpmässig del  $\varepsilon$  så att:

$$G = C + \varepsilon$$

$\varepsilon$  antas i modellen ha en känd fördelning med medelvärde noll. Olika resvägar och parkeringar bygger upp resealternativ med olika värden för den totala kostnaden  $G$ . Valet av resväg/parkering utförs därefter med en valmodell av typen Probit. Uppdelningen av efterfrågan i användarkategorier innebär att utläggning måste ske för varje kategori vilket resulterar i vad Bifulco kallar "A stochastic multi-user equilibrium model"

### 6.5.4 Test av modellen

Ett modelltest har utförts på Avellino, en mindre stad i södra Italien med 60 000 invånare. Vägnätet för testområdet var uppdelat i 39 zoner med en medelradie på 300 m i de mest centrala zonerna. 120 noder och 342 länkar var definierade i gatu-vägnätet. Då nätet utvidgades med parkering ökade antalet noder till 364 och länkantalet till 929. Målet med fallstudien var först och främst att se hur väl modellen reproducerar parkerings- och transportsystemet i den utvalda staden och de typer av parkeringar som togs med i studien var följande:

- Gratis gatuparkering
- Avgiftsbelagd gatuparkering
- Tidsbegränsad gatuparkering
- Tidsbegränsad avgiftsbelagd gatuparkering
- Parkering vid särskild anläggning
- Illegal gatuparkering

Diagram har upprättats över hur dessa typer av parkeringar i respektive zon utnyttjas under varje tidsperiod och hur de fylls upp under dagen. Enligt Bifulco var resultaten överensstämmande med vad som förväntades.



## 7 Parkeringsvalsmodell för Göteborg

*I kapitlet beskrivs uppbyggnad och funktion av den nätverksbaserade parkeringsvalsmodell som i detta arbete har etablerats för Göteborg City. Modellen skall kunna användas till att analysera fördelningen av bilister mellan olika parkeringsanläggningar samt till analys av hur efterfrågan och färdmedelsval för resor till City påverkas av förändringar i parkeringsutbudet. Parkeringsavgift, platstillgång samt gångavståndets påverkan på valet av parkeringsplats modelleras genom att trafiknätet för Sampersregion väst utökas med länkar för dessa parametrar i Emme/2. Parkeringsvalet blir härigenom en del av ruttvalet, vilket innebär att samtliga bilister väljer det färdvägs-/parkeringsalternativ som minimerar den totala reskostnaden. Approximationen att samtliga bilister direkt väljer det bästa alternativet får till följd att söktrafiken mellan parkeringsanläggningar ej kommer med i modellen.*

*I kapitel 7.1 beskrivs hur modellen hanterar in- och utdata samt hur en dynamisk procedur skapats genom att nätutläggning utförs i tidsperioder om en timma och parkeringsbeläggningen för aktuell timma därefter påverkar utbudet i nästkommande timma. Modellens applicering på Göteborg City redogörs för i kapitel 7.2 medan kapitel 7.3 innehåller tester och jämförelser av modellens resultat mot verklig situation. Slutligen beskrivs i kapitel 7.4 hur modellen testats på ett antal scenarier där parkeringssituationen förändrats.*

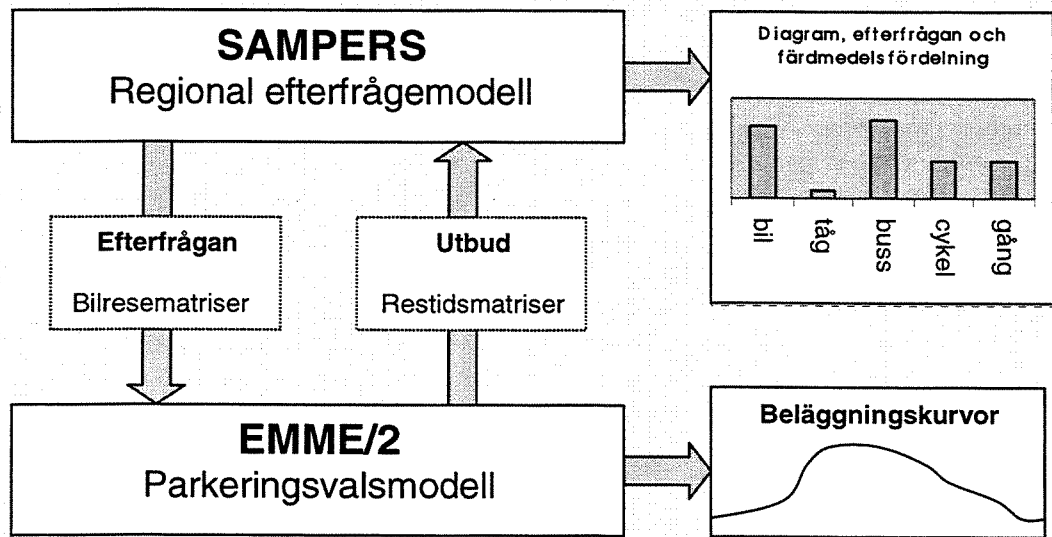
### 7.1 Beskrivning av modellens uppbyggnad och funktion

#### 7.1.1 En ansats till vidareutveckling av SAMPERS och EMME/2-systemet

##### **Parkering i Sampers**

De kostnader som uppstår i samband med parkering finns i nuvarande version (december 2000) av Sampers regionala efterfrågemodeller endast representerade i form av en tätortsdummy vilket innebär att bilresor till centralt belägna zoner tilldelas en extra kostnad jämfört med resor till övriga zoner. Dummyvariabeln representerar samtliga kostnader som kan relateras till den extra uppoffring det innebär att ta bilen till centrum istället för ytterområden och det finns alltså ingen specifik funktion för att studera förändringar i efterfrågan på resor till följd av en förändrad parkeringssituation.

I den parkeringsvalsmodell som i detta arbete etablerats för centrala Göteborg har en ansats gjorts till att inkludera parkeringskostnaden i bilrestiden (figur 7.1). Parkeringsvalsmodellen etableras som en nätverksbaserad modell i Emme/2 och innebär att valet av parkeringsplats kommer att ingå som en del av ruttvalet. Genom att beräkna förändringen i restid till följd av förändringar i parkeringssituationen kan en ny reseefterfrågan som avspeglar förändringen därefter beräknas i Sampers.



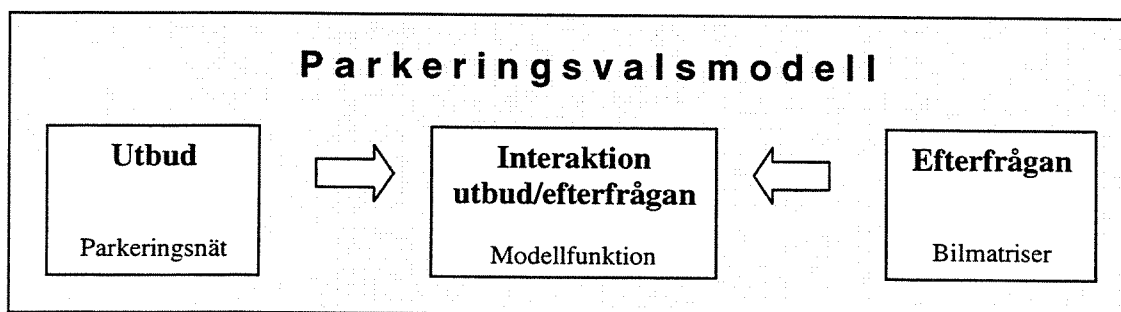
Figur 7.1: Utbyte av data mellan parkeringsvalsmodell och Sampers.

### Parkering i Emme/2

Sampers hämtar utbudsdata i form av restider och resavstånd för trafiknät som finns kodade i Emme/2 (figur 7.1). Genom att modifiera restiderna för bilresor till centrala stadsdelar till att inkludera parkeringskostnader så ändras alltså de indata som Sampers använder för efterfrågeberäkningar. Modifieringen sker genom att infartslänkar från gatunät till centroider ersätts med en sekvens av parkeringslänkar som var för sig representerar kostnader i samband med parkering. Det trafikflöde som uppkommer på parkeringslänkarna används till att etablera beläggningskurvor för de parkeringar som ingår i modellen. Genom att nätutläggning i Emme/2 sker enligt jämviktsprincipen kommer valet av parkeringsplats bli fullkomligt rationellt och alltså inte innehålla några stokastiska variationer. Ytterligare en följd av detta blir att söktrafik mellan parkeringsanläggningar ej kommer med i modellen eftersom bilisten kör direkt till den parkeringsplats som innebär lägst total resekostnad.

## Parkeringsvalsmodell i tre delar

Vid beskrivning av modellens uppbyggnad används Bifulcos (1993) indelning i tre delmodeller för hantering av utbud (kap. 7.1.2), efterfrågan (kap. 7.1.3) samt interaktionen mellan utbud/efterfrågan (kap 7.1.4), det vill säga modellens funktion (figur 7.2).

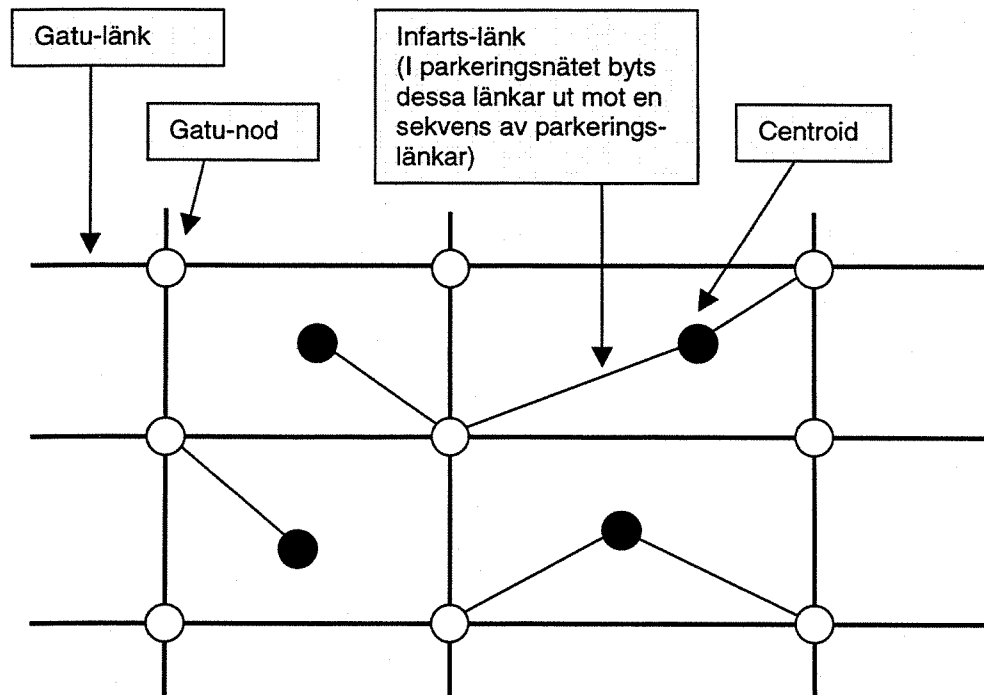


Figur 7.2: Parkeringsvalsmodellens uppbyggnad utifrån tre delmodeller.

### 7.1.2 Utbud - parkeringsnät

#### Grundnät

I likhet med de tre nätverksbaserade modeller (Bifulco 1993, Skinner 1992, Young 1991) som beskrivs i kapitel 6 grundar sig denna modell på ett existerande trafiknät som byggs ut för att representera parkering. Grundnätet är uppbyggt av länkar som representerar vägar och större gator samt noder som representerar korsningar (figur 7.3). Mål- och startpunkter för resor beskrivs av centroider som placerats i centrum av de områden som definierats i samband med resvaneundersökningar och etablering av modeller för reseefterfrågan vilket i detta fall innebär indelning enligt Sampers. För varje länk finns matematiska funktioner uppställda som avspeglar tiden för att färdas på länken vid fritt flöde och som även beskriver den ökade tidsåtgången till följd av trängsel på vägnätet.

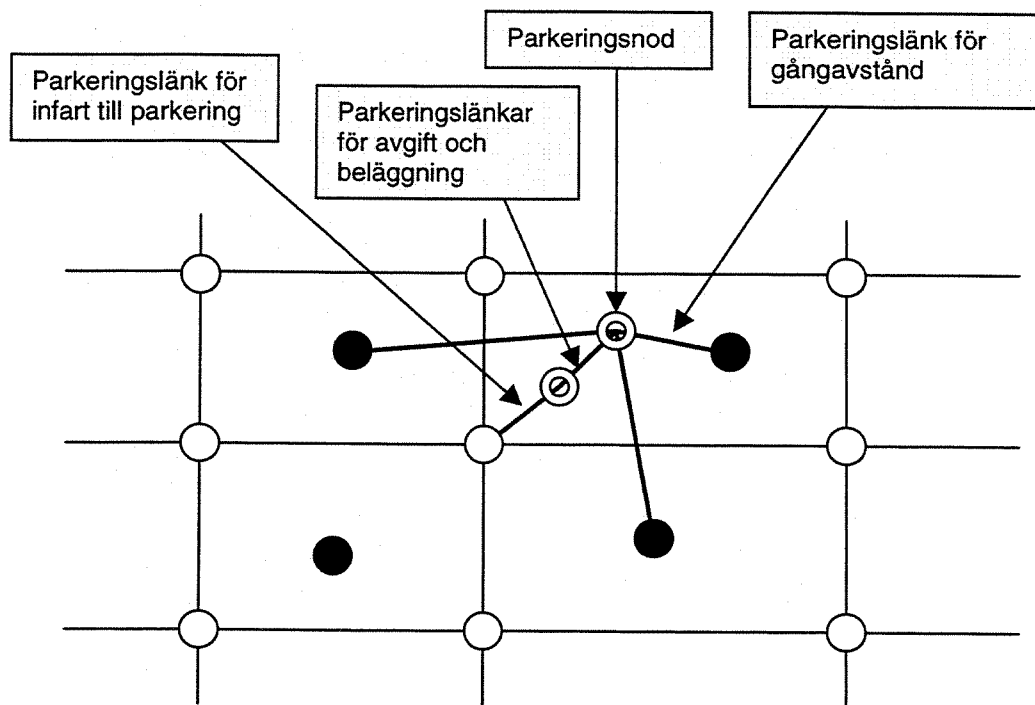


Figur 7.3: Schematisk bild över det trafiknät som utgör bas för etablering av parkeringsnätet.

Skalan på nätverket beror till största delen på områdesindelningen för efterfrågemodellen. Indelningen är i allmänhet grövre i gleset befolkade ytterområden och finare i centrala delar av nätet och för de regionala modellerna i Sampers innebär detta att centrala stadsdelar har en indelning på kvartersnivå. Detta innebär att en centroid i centrala stadsdelar i allmänhet är omgiven av de gator (länkar) som omsluter ett kvarter. Smågator inom ett kvarter beskrivs i nätet endast genom en eller ett par länkar direkt till respektive centroid som representerar in- och utfart till kvarteret.

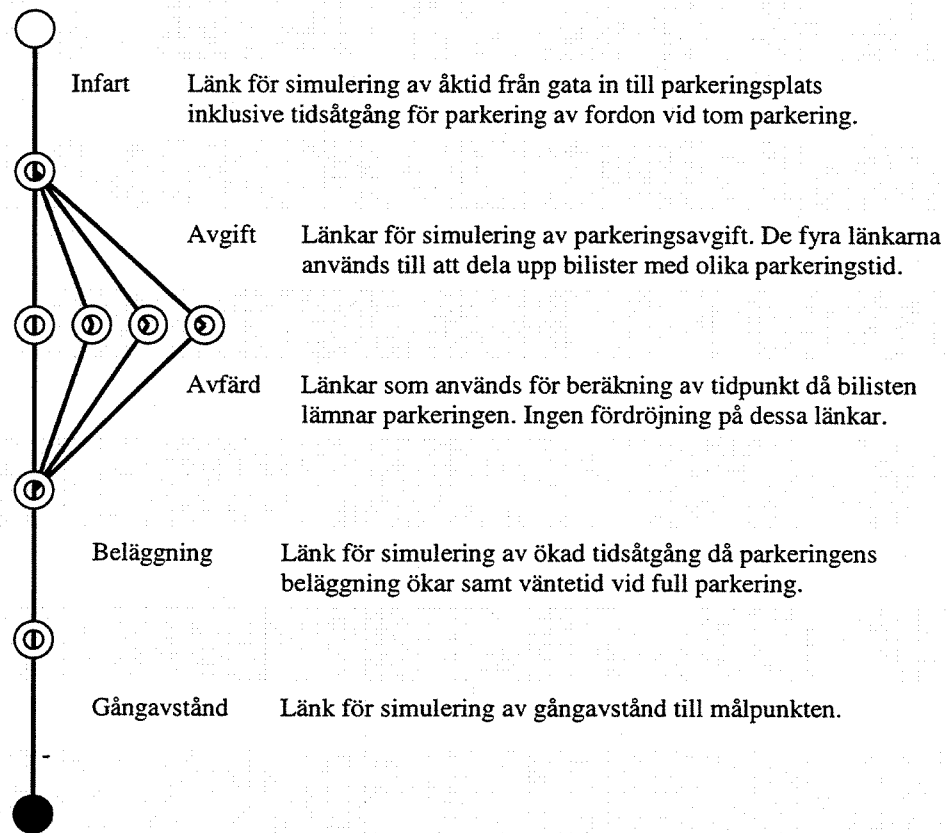
### Parkeringsnät

Vid etablering av parkeringsnätet byts länkarna för infart från gatanät till centroid ut mot länkar som även representerar kostnaden för parkering och eftersom parkeringskostnaden består av ett flertal delar är det lämpligt att bygga upp en sekvens av länkar (figur 7.4). På detta sätt kan flera parkeringsanläggningar inom ett och samma kvarter representeras var för sig med länkar och förbindas med ett flertal centroider genom gånglänkar.



Figur 7.4: Schematisk bild över utökat trafiknät med parkeringslänkar för en parkeringsanläggning (tre gånglänkar ansluter parkeringen till tre centroider).

I figur 7.4 visas en schematisk figur på etablering av ett parkeringsnät med tre typer av parkeringslänkar. Den första och de sista länkarna i parkeringsnätet i figur 7.4 (en infartslänk respektive tre länkar för gångavstånd) representerar parametrar som till stor del beror av det fysiska avståndet mellan två punkter och är i och med detta av liknande typ som infartslänkarna i grundnätet. I modellen ingår dock ingen funktion för att hantera trängsel på dessa länkar. Den mittersta parkeringslänken i figur 7.4 representerar parametrar som inte kan beskrivas rent geografiskt och består egentligen av en sekvens med tre länktyper för att hantera parkeringsavgift och beläggning för olika grupper av bilister. Dessa virtuella länkar finns dock representerade som vanliga länkar i normal skala för att underlätta hanteringen av parametrarna och för att öka åskådligheten. En enskild parkeringsanläggning beskrivs därmed av en länksekvens enligt figur 7.5.



Figur 7.5: Länkar med fördröjningsfunktioner för en enskild parkeringsanläggning.

Genom de funktioner som finns uppställda för respektive länk beskrivs parkeringskostnaden i egenskap av den tid som åtgår för att färdas på länken. Detta innebär att parkeringsavgiften måste omvandlas till en tidskostnad med hjälp av ett tidsvärde. I parkeringsnätet representeras parkeringsavgiften av fyra länkar. Anledningen till detta är att denna kostnad skiljer sig åt beroende på bilistens parkeringstid. En uppdelning av bilister i fyra olika kategorier beroende på parkeringstid har därför gjorts och genom att upplåta endast en av avgiftslänkarna för varje kategori kan den rätta kostnaden för parkeringsavgiften modelleras.

I modellen har tre parkeringskostnader (parkeringsavgift, beläggning, gångavstånd) införts som tillägg till infarts-kostnaden som fanns representerad även i grundnätet. Att just dessa tre kostnader har valts ut grundar sig dels på studier av andra modeller (se kap. 6) men också på en parkeringsundersökning som utförts i centrala Göteborg under 1998. Vid denna undersökning framkom att de tre viktigaste faktorerna vid val av parkering utgörs av gångavstånd (43 %), antal lediga platser (23 %) och kostnaden för parkering (11 %) (Henriksson 1999).

Vid återresan används ej parkeringsnätet utan fordonen använder de ordinarie länkarna för in-/utfart. Detta innebär att kostnaden i samband med parkering endast läggs på resan

i en riktning vilket måste beaktas då vikter sätts på de ingående parkeringslänkarna (se avsnitt 7.3.1).

### Fördröjningsfunktioner

Parkeringsnätet består av fem länktyper som för varje parkeringsanläggning kopplas ihop i en bestämd sekvens enligt figur 7.5. För varje länktyp har en funktion etablerats som beskriver tidsåtgången i minuter för att färdas på länken. Dessa fördröjningsfunktioner beskrivs och illustreras nedan enligt den ordning länkarna kopplas samman i parkeringsnätet.

#### 1. Infart

Tiden ( $t_i$ ) för färd på infartslänkar antas vara proportionell mot länkens längd ( $L_i$ ) enligt:

$$t_i = (L_i \cdot 60 / v_i) + k$$

$v_i$  = medelhastigheten (km/h) vid infart från gatunät till parkering.

$k$  = tidskonstant som avspeglar tidsåtgången för manövrering av bilen in i parkeringsruta.

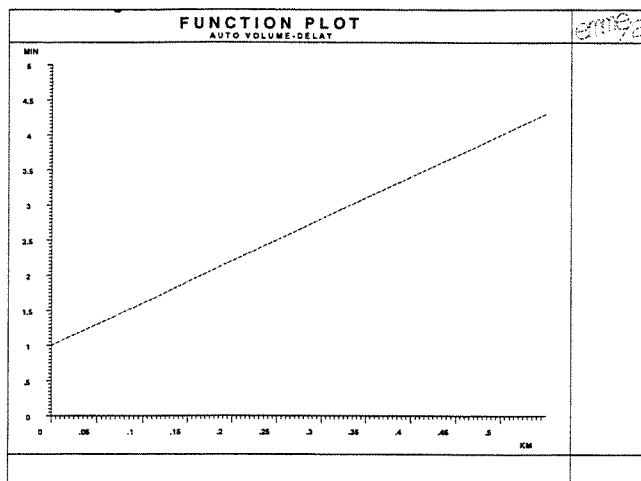


Diagram 7.1: Fördröjningsfunktion för infart till parkeringsplats (tidsåtgång på y-axel, körsträcka på x-axel)

#### 2. Parkeringsavgift

Tidskostnaden ( $t_a$ ) för parkeringsavgiften ( $A$ ) antas vara proportionell mot parkeringstiden ( $T$ ) enligt:

$$t_a = (T \cdot A / V) \cdot 60$$

T = ParkeringsTid  
 A = ParkeringsAvgift  
 V = TidsVärde

### 3. Beläggning

Beläggningen representeras med en funktion som ökar tidsåtgången ( $t_b$ ) då beläggningen ( $B_1 + F$ ) närmar sig maxkapacitet ( $B_{Max}$ ) (diagram 7.2). Då parkeringen är fullbelagd blir funktionens värde lika med tiden ( $S$ ) det tar att vänta på att en plats blir ledig samt att hitta denna plats.

$$t_b = ((B_1 + F) / B_{Max})^{20} \cdot S$$

$B_1$  = beläggning (antal fordon) som finns kvar från föregående timmars nätutläggning.  
 $F$  = flödet på beläggningslänken för aktuell timmas nätutläggning.

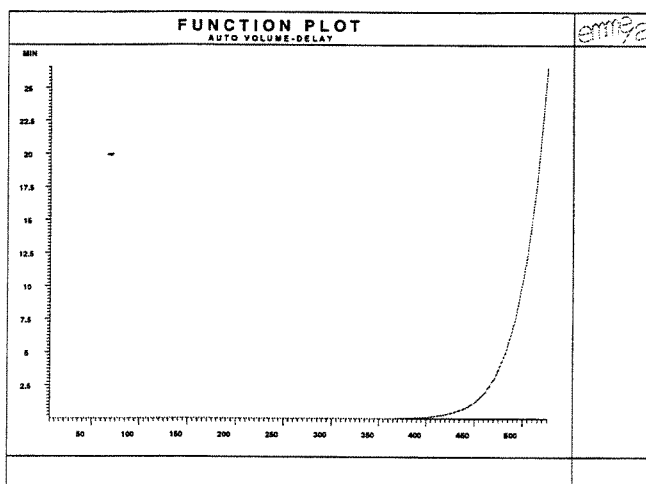


Diagram 7.2: Fördröjningsfunktion för beläggning (tidsåtgång på y-axel, beläggning på x-axel).

### 4. Avfärds-länkar

Avfärds-länkar tilldelas en funktion med nollmotstånd. Dessa länkar innebär alltså ingen kostnad för bilisten utan finns enbart med för att hålla ordning på vid vilken tidpunkt bilarna skall lämna parkeringen och därmed räknas av från beläggningen.

### 5. Gångavstånd

Gångavståndet avspeglas i tiden som åtgår för att gå från parkering till målpunkt. Gångtiden ( $t_g$ ) antas vara proportionell mot länkens längd ( $L_g$ ) enligt

$$t_g = (L_g \cdot 60 / v_g)$$



Total tidsåtgång (  $t_{tot}$  ) för färd på samtliga parkeringslänkar blir efter summering av ovanstående komponenter:

$$t_{tot} = ( L_i \cdot 60 / v_i ) + k + ( T \cdot A / V ) \cdot 60 + ((B_1 + F) / B_{Max})^{20} \cdot S + ( L_g \cdot 60 / v_g )$$

De värden på konstanter som använts vid tester av modellen framgår av tabell 7.1.

Tabell 7.1: Konstanter i fördröjningsfunktioner.

---

$v_i = 10$ km/h	(hastighet på infartslänk)
$k = 1$ min	(tid för manövrering av fordon in i parkeringsruta)
$T = 50$ kr/h	(tidsvärde för parkeringsavgift)
$S = 10$ min	(tidsåtgång för att hitta parkeringsplats vid fullbelagd parkering)
$v_g = 5$ km/h	(gånghastighet)

---

Den funktion som har använts vid modelltester blir med tillägg av viktkoefficienter:

$$t_{tot} = \beta_1 (( L_i \cdot 60 / 10 ) + 1) + \beta_2 ( T \cdot A / 50 ) \cdot 60 + \beta_3 ((B_1 + F) / B_{Max})^{20} \cdot 10 + \beta_4 ( L_g \cdot 60 / 5 )$$

### 7.1.3 Efterfrågan - bilresematriser

Indata till modellen i form av två bilresematriser med efterfrågan på arbetsresor respektive övriga resor genereras av Sampers. Dessa matriser innehåller dock endast totala antalet bilresor under ett dygn och för att en meningsfull modellering av beläggning och parkeringsavgift skall kunna utföras behöver matriserna delas upp utifrån bilistkategorier och tidsperioden för resans genomförande. För att kunna modellera parkeringsavgift behöver en segmentering av bilister i skilda kategorier göras utifrån bilistens parkeringstid medan beläggningen kräver att bilresorna sprids ut under dygnet så att parkeringarnas beläggning tillåts variera till följd av variation i efterfrågan från timme till timme.

#### Segmentering av efterfrågan

En viktig aspekt vid modellering av parkering är att avgiften i de flesta fall är proportionell mot parkeringstiden. Detta betyder att det blir stora skillnader i kostnaden för parkering beroende på till exempel ärendetyp. En arbetsresenär har till exempel ofta

en parkeringstid på drygt åtta timmar medan en shoppingresenär kanske endast parkerar i två timmar. Bilisterna har därför delats in i kategorier utifrån parkeringstiden.

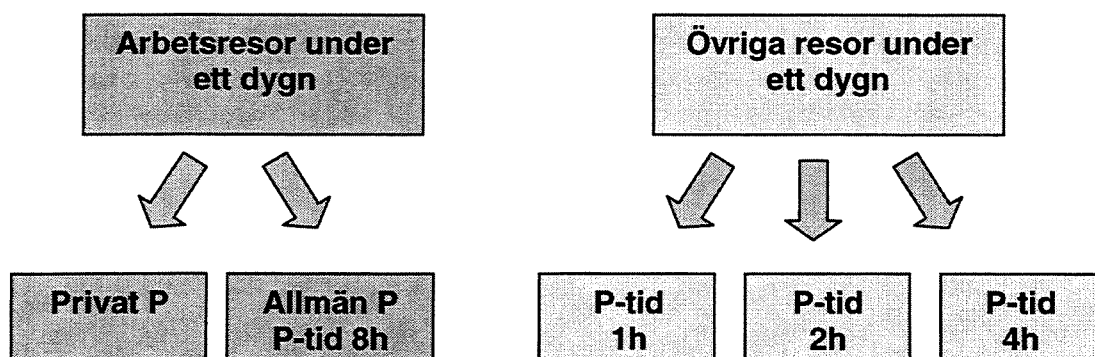
Segmenteringen har skett så att övriga resor (samtliga ärendetyper förutom arbetsresor) har delats upp i tre kategorier med parkeringstider på en, två respektive fyra timmar medan arbetsresor har tilldelats en och samma parkeringstid på åtta timmar. En uppdelning av arbetsresorna har dock gjorts utifrån om bilisten har tillgång till privat parkering vid arbetsplatsen eller använder sig av det allmänna parkeringsutbudet. Segmenteringen resulterar alltså i att bilisterna delas in i fem kategorier enligt tabell 7.2.

Tabell 7.2: Segmentering av bilister i fem kategorier.

1. Arbetsresor med privat parkering
2. Arbetsresor med allmän parkering, 8 h parkeringstid
3. Övriga resor med 4 h parkeringstid
4. Övriga resor med 2 h parkeringstid
5. Övriga resor med 1 h parkeringstid

Hantering av kategorierna i trafiknätet sker genom att samtliga kategorier har tillgång till samtliga länkar i grundnätet. Privatparkerare får därefter endast tillgång till direktlänkar från gatunätet in till centroider och stängs alltså av från parkeringsnätet. De kvarvarande fyra kategorierna använder sig av samma länkar i parkeringsnätet förutom för de länkar som representerar parkeringsavgiften. Vid avgifts-länkarna delas de fyra kategorierna upp på varsin länk och belastas på så sätt med skilda kostnader för parkeringsavgiften.

Uppdelningen av efterfrågan enligt tabell 7.2 innebär att matrisen för arbetsresor delas upp i två delar för privat och allmän parkering samt att matrisen för övriga resor delas upp i tre delar för resor med en, två respektive fyra timmars parkeringstid (figur 7.6).



Figur 7.6: Uppdelning av bilmatriser för efterfrågan på arbetsresor och övriga resor.

Uppdelningen av matriserna sker genom att procentuella andelar (tabell 7.3) definieras för varje kategori vilka därefter multipliceras med dygnsmatriserna. Samtliga relationer i dygnsmatriserna erhåller i och med detta samma uppdelning vilket dock borde vara en tillräckligt god approximation eftersom modellen endast behandlar parkeringar i city.

Tabell 7.3: Exempel på uppdelning av matriser för arbetsresor och övriga resor. Siffrorna baseras på grova uppskattningar för centrala Göteborg och har använts som indata för funktionstester av modellen.

Arbetsresor	Privat parkering	Allmän parkering
	50 %	50 %

Övriga resor	1 h p-tid	2 h p-tid	4 h p-tid
	30 %	45 %	25 %

För att kunna testköra modellen har mycket grova uppskattningar gjorts av andelarnas värden. Uppdelningen av arbetsresor i privat och allmän parkering baseras på RVU-89 (Trafikkontoret Rapport 6:1994) enligt vilken 35 % av bilpendlarna betalar för parkering i centrala Göteborg och 17 % i hela Göteborg. Uppskattningsvis är andelen betalande högst i city och lägst i ytterområdena och andelen betalande i City har mot bakgrund av detta uppskattats till 50 %. Parkeringstiden för arbetsresor har utifrån en arbetsdags ungefärliga längd uppskattats till 8 timmar. Uppdelningen av övriga resor baserat på resultat från en intervjuundersökning som utfördes vid parkeringsplatser i centrala Göteborg under september 1998 (Henriksson 1999).

Definitionen av procentandelar för uppdelning av dygnsmatriserna är dock en mycket viktig del av modellen eftersom dessa andelar påverkar både beläggning och kostnad för parkeringsavgift och därmed hela modellens resultat. I detta skede har dock andelarna grundats på grova data eftersom arbetet i första hand har koncentrerats kring modellens funktion och det krävs betydligt noggrannare värden om modellen skall användas vid tillämpade analyser.

### Tidsvariation för efterfrågan inom ett dygn

För att kunna simulera en uppbyggnad av beläggningen på parkeringar krävs en procedur som sträcker sig över större delen av en hel dag. I modellen delas därför en dag upp i tidsperioder om en timma vardera, varefter efterfrågan läggs ut på nätet för en timma i taget. På så sätt byggs en beläggning upp allteftersom fler fordon anländer till en parkering för varje timma som går. Vid dagens slut minskar på samma sätt beläggningen allteftersom fordonen timma för timma lämnar parkeringen. Proceduren innebär att en efterfrågan måste tas fram för varje timma som skall vara med i simuleringen och eftersom Sampers endast levererar efterfrågan för ett helt dygn görs förutom indelningen i bilistkategorier en tidsmässig uppdelning av dygnsmatriserna. Uppdelningen görs genom att procentuella andelar definieras som indata till modellen på samma sätt som vid segmenteringen i bilistkategorier.

För att testkörningar av modellen skall kunna utföras och utvärderas har en grov tidsmässig indelning av efterfrågan gjorts utifrån Riks-RVU (diagram 7.3-7.4). Diagrammet över fritids- och inköpsresor har i detta fall använts för uppdelning av övriga resor vilka egentligen innefattar samtliga reseärenden förutom arbets- och tjänsteresor.

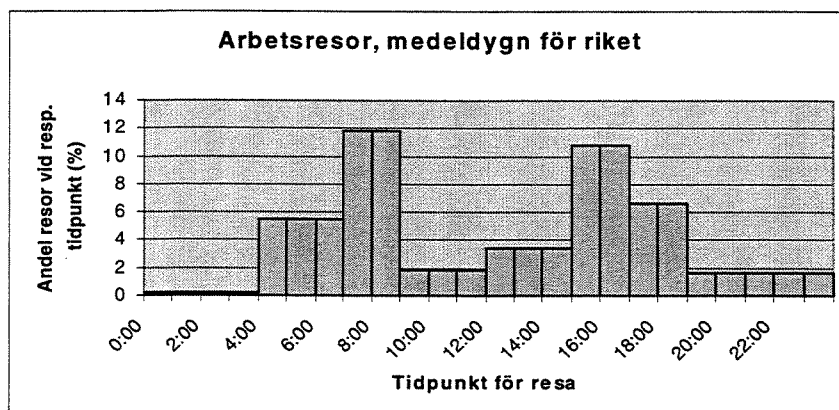


Diagram 7.3: Exempel på fördelning av arbetsresor över ett medeldygn.

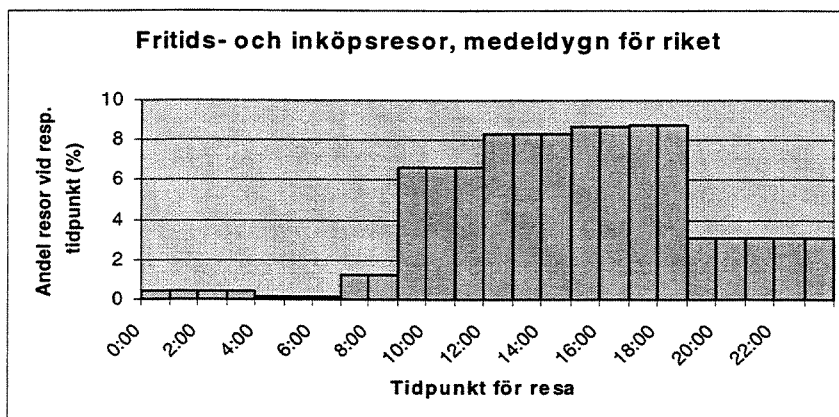


Diagram 7.4: Exempel på fördelning av fritids- och inköpsresor över ett medeldygn.

Diagram 7.3-7.4 gäller samtliga resor inom riket och innefattar dessutom samtliga färdstätt vilket medför att de lokala avvikelserna kan vara stora. Vid en eventuell tillämpning av modellen bör därför specifika diagram för bilresor till och från centrala Göteborg upprättas.

### Uppdelning av efterfrågan inom varje timma

I ovanstående diagram 7.3-7.4 visas exempel på uppdelning av *totala* antalet resor inom ett dygn. Dessa diagram innehåller därmed både resor till och från målpunkter för

respektive ärende och en uppskattning av andelen till- respektive frånresor har därför gjorts enligt diagram 7.5-7.6.

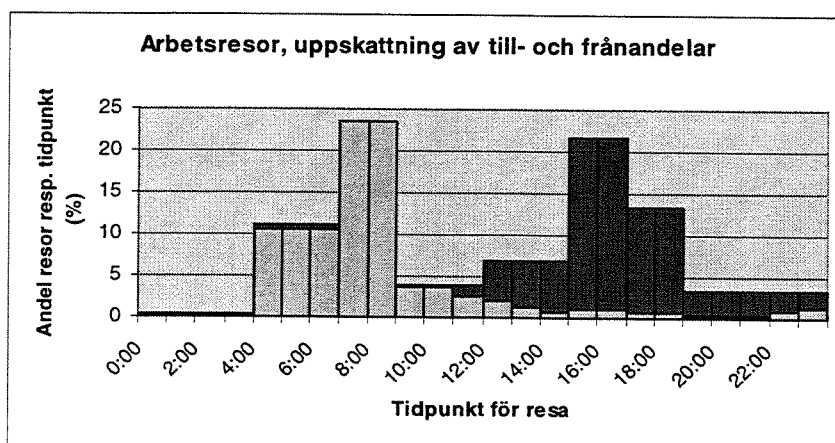


Diagram 7.5: Exempel på uppdelning av arbetsresor i till- och frånresor (ljusa staplar: tillresor, mörka staplar: frånresor).

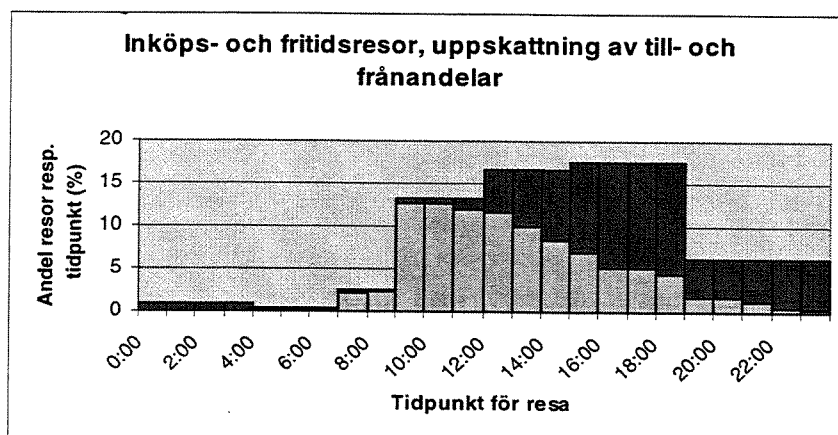


Diagram 7.6: Exempel på uppdelning av inköps- och fritidsresor i till- och frånresor (ljusa staplar: tillresor, mörka staplar: frånresor).

Uppskattningen av till- respektive från-andelar har skett utifrån en subjektiv bedömning av den mest troliga situationen. Diagram 7.5-7.6 är medtagna för att åskådliggöra modellens hantering av indata samt för att visa de värden som använts vid funktionstester av modellen.

Uppdelningen av till- och frånresor inom en timma samt segmenteringen i bilist-kategorier leder fram till totalt tio matriser för efterfrågan under varje timma (tabell 7.4).

Det är dock endast fem matriser som fördelas på trafiknätet vid varje timma eftersom matriser för till- respektive frånresor slås ihop innan utläggning sker.

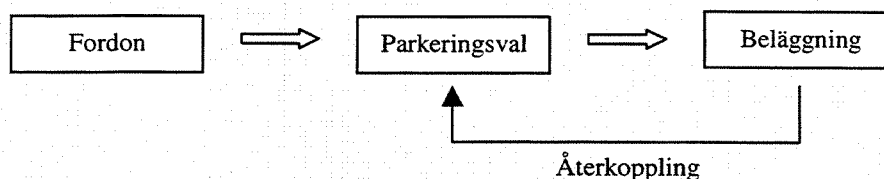
Tabell 7.4: Matriser för efterfrågan under en timma.

- 
1. Arbetsresor med privat parkering, tillresor
  2. Arbetsresor med allmän parkering, 8 h parkeringstid, tillresor
  3. Övriga resor med 4 h parkeringstid, tillresor
  4. Övriga resor med 2 h parkeringstid, tillresor
  5. Övriga resor med 1 h parkeringstid, tillresor
  6. Arbetsresor med privat parkering, frånresor
  7. Arbetsresor med allmän parkering, 8 h parkeringstid, frånresor
  8. Övriga resor med 4 h parkeringstid, frånresor
  9. Övriga resor med 2 h parkeringstid, frånresor
  10. Övriga resor med 1 h parkeringstid, frånresor
- 

Modellen arbetar därmed med fem efterfråge-matriser för varje timma och totala antalet matriser blir beroende av hur stor del av dygnet som skall ingå i simuleringen. Vid tester har simulering från 06:00 till 20:00 utförts vilket resulterar i 70 matriser för efterfrågan. Matriserna beräknas dock endast inför varje timmas nätutläggning och raderas därefter vilket spar lagringsutrymme i Emme/2-databasen. Indata till matrisberäkningen fås genom att de procentuella andelarnas värden specificeras i särskilda indatafiler för respektive timma.

#### 7.1.4 Interaktion utbud/efterfrågan - modellfunktion

I det avslutande steget vid etablering av modellen skall en procedur skapas som matchar efterfrågan med utbudet. Trafiken i form av fordon som söker parkering skall alltså fördelas på trafik-, och parkeringsnätet vilket sker genom att bilmatriserna från Sampers läggs ut på nätverket enligt jämviktsprincip. Utläggning sker för en timma i taget och den beläggning som byggs upp under en timma förs därefter över till nästkommande timma (figur 7.7).



Figur 7.7: Schematisk bild av modellens arbetssätt. Beläggning från föregående tidsperiod påverkar parkeringsvalet.

Indata till trafikutläggningen för varje timma utgörs av de fem bilmatriser som tagits fram för respektive kategori av bilister. Efter att programmet fördelat dessa matriser på nätverket fås utdata i form av beläggning på respektive parkering för den aktuella timman. Genom att modellen upprepar utläggningsproceduren för flera efterföljande timmar skapas beläggningskurvor för varje parkering som sträcker sig över hela modellens tidsperiod.

Vid utläggningen genereras också restider som även inkluderar parkeringskostnaden vilken omvandlats till tid med ett tidsvärde. Restiden kan delas upp i tre huvudkomponenter: biltid, parkeringsavgift och gångtid (tabell 7.5).

Tabell 7.5: Restidskomponenter för parkeringsvalsmodellen.

- 
1. Biltid: åktid i bil inklusive fördröjning till följd av trängsel på vägnätet eller hög parkeringsbeläggning.
  2. Tidskostnad för parkeringsavgift: avgiften omvandlas till tid genom ett tidsvärde.
  3. Gångtid: baserad på gångavstånd från parkeringsplats till centroid.
- 

Modellen hanterar parkeringssystemet som statistiskt inom varje enskild nätutläggning. Detta innebär att trafikflöden och beläggning antas befinna sig i ett statistiskt jämviktstillstånd inom varje timma. Kopplingen mellan två timmar utgörs av den beläggning som byggs upp under den första timman och därefter förs över till nästkommande timma.

Efterfrågan, utbud och utläggning behandlas alltså separat och specifikt för varje timma med undantag för beläggningen som fås från föregående timma och förs över till nästkommande. Det krävs i och med detta en procedur som hanterar utläggningen av efterfrågan och överföringen av beläggning. Proceduren byggs upp genom att skapa en sekvens för en dags parkeringsmodellering i Emme/2:s makrospråk. I sekvensen förs också in procedurer för att lagra restider och beläggningsdata för varje timma.

Den beläggningen som byggs upp under en timma utgörs av trafikflödet på beläggningslänkarna. Detta flöde lagras i ett attribut som kopplas till länken och genom att det nya flödet för aktuell timma adderas till det flöde som tidigare lagrats i attributet ökar beläggningen timma för timma. De fordon som lämnar parkeringen under den aktuella timman finns lagrade i attribut kopplade till avfärds-länkarna och inför nästkommande timma dras dessa fordon av från beläggningen. För de fordon som står parkerade över natten finns möjlighet att specificera en nattbeläggning som kan användas som utgångsvärde vid utläggning i den första morgontimmen. De flesta parkeringar i centrum har dock en beläggningsgrad på endast fem till tio procent under natten och det har därför inte etablerats någon funktion för avräkning av dessa fordon allteftersom de lämnar parkeringen.

Nedanstående händelseförlopp (figur 7.8) syftar till att beskriva modellens representation av verkligheten för en dags uppbyggnad av beläggning. Klockslagen i vänsterspalten är inte absoluta och ej heller definierade i modellen utan finns endast med för att tydliggöra modellens arbetssätt.

06:00	Parkeringarna är tomma (eller eventuellt belagda med nattparkerare).
06:59	Samtliga fordon med starttid 06:00-06:59 anländer samtidigt och fördelar sig på skilda parkeringar för att erhålla så låg total resekostnad som möjligt.
07:00	Belägningsrapport skickas från varje parkering.
07:58	Fordon med en timmas parkeringstid lämnar parkeringarna.
07:59	Fordon med starttid 07:00-07:59 anländer.
08:00	Belägningsrapport
08:58	Fordon med två timmars parkeringstid som anlände 06:58 samt fordon med en timmas parkeringstid som anlände 07:58 lämnar parkeringen.
08:59	Fordon med starttid 08:00-08:59 anländer.
09:00	Belägningsrapport         
19:00	Belägningsrapport
19:58	Följande fordon lämnar parkeringarna: 8 h parkeringstid med ankomsttid 11:58 4 h parkeringstid med ankomsttid 15:58 2 h parkeringstid med ankomsttid 17:58 1 h parkeringstid med ankomsttid 18:58
19:59	Fordon med starttid 19:00-20:00 anländer.
20:00	Belägningsrapport

Figur 7.8: Modellens representation av verkligheten vid uppbyggnad av beläggning och rapportering av beläggningssituationen.

### 7.1.5 Utdata och redovisning av resultat

Utdata från modellen består dels av en rapportfil med belägningsdata, dels av restidsmatriser för hög-, respektive lågtrafik. Restidsmatriserna används därefter till beräkning av ny efterfrågan i Sampers, vilken redovisas i form av antalet resor till City uppdelat på olika färdmedel.



## Beläggningskurvor

Resultatet för beläggningen på parkeringar erhålls i form av en rapportfil där beläggningen för varje timma och varje enskild parkering samlats i tabellform. Rapportfilen kan öppnas i en Excel-fil där diagram upprättats som visar beläggningen för varje enskild parkeringsanläggning (diagram 7.7-7.8).

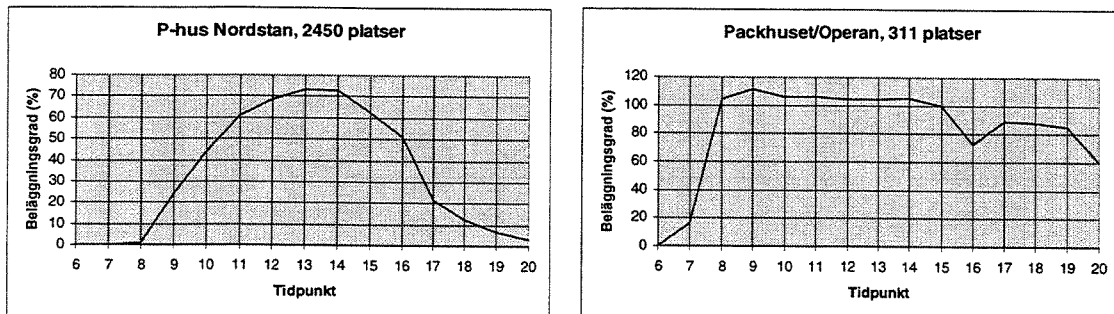


Diagram 7.7-7.8: Exempel på beläggningskurvor från modellen.

## Restidsmatriser

Restidsmatriser sparas för de utläggningar som utförts för tidsperioderna 08:00-09:00 (högtrafik) och 11:00-12:00 (lågtrafik). Restiden innehåller samtliga restidskomponenter (tabell 7.5) som ingår i modellen (biltid, parkeringsavgift, gångavstånd). Eftersom parkeringstiden och därmed restiden varierar betydligt mellan grupper av bilister har restiden baserats på ett viktat medelvärde utifrån uppdelningen av efterfråge-matriserna i de fem bilistkategorierna (tabell 7.2). Formel för beräkning av restiden kan tillsammans med förklaring studeras nedan.

$$RM_M = (A_{AP} \cdot RM_{AP} + A_{AA} \cdot RM_{AA}) \cdot A_{ATot} + (A_{Ö1} \cdot RM_{Ö1} + A_{Ö2} \cdot RM_{Ö2} + A_{Ö4} \cdot RM_{Ö4}) \cdot A_{ÖTot}$$

$RM_M$ .....	RestidsMatris för Medelvärde av restid
$A_{AP}$ .....	Andel Arbetsresor med Privat parkering
$RM_{AP}$ .....	RestidsMatris för Arbetsresor med Privat parkering
$A_{AA}$ .....	Andel Arbetsresor med Allmän parkering
$RM_{AA}$ .....	RestidsMatris för Arbetsresor med Allmän parkering
$A_{ATot}$ .....	Andel Arbetsresor av Totala antalet resor
$A_{Ö1} A_{Ö2} A_{Ö4}$ .....	Andel Övrigt-resor med 1, 2, respektive 4 h parkeringstid
$RM_{Ö1} RM_{Ö2} RM_{Ö4}$ .....	RestidsMatris för Övrigt-resor med 1, 2, respektive 4 h parkeringstid
$A_{ÖTot}$ .....	Andel Övrigtresor av Totala antalet resor

Restidsmatriserna för hög- respektive lågtrafik används därefter för att ta fram en ny efterfrågan med Sampers efterfrågemodell.

### Diagram för efterfrågan och färdmedelsfördelning

Resultat från Sampersberäkningen presenteras i form av antalet resor till City, uppdelade på färdmedlen bil, tåg, buss, cykel samt gång (diagram 7.9).

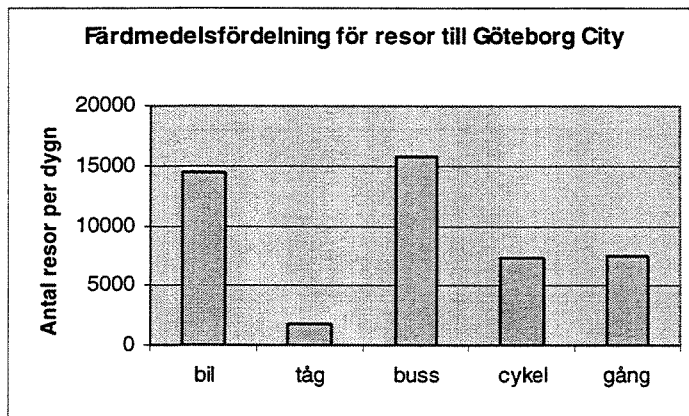


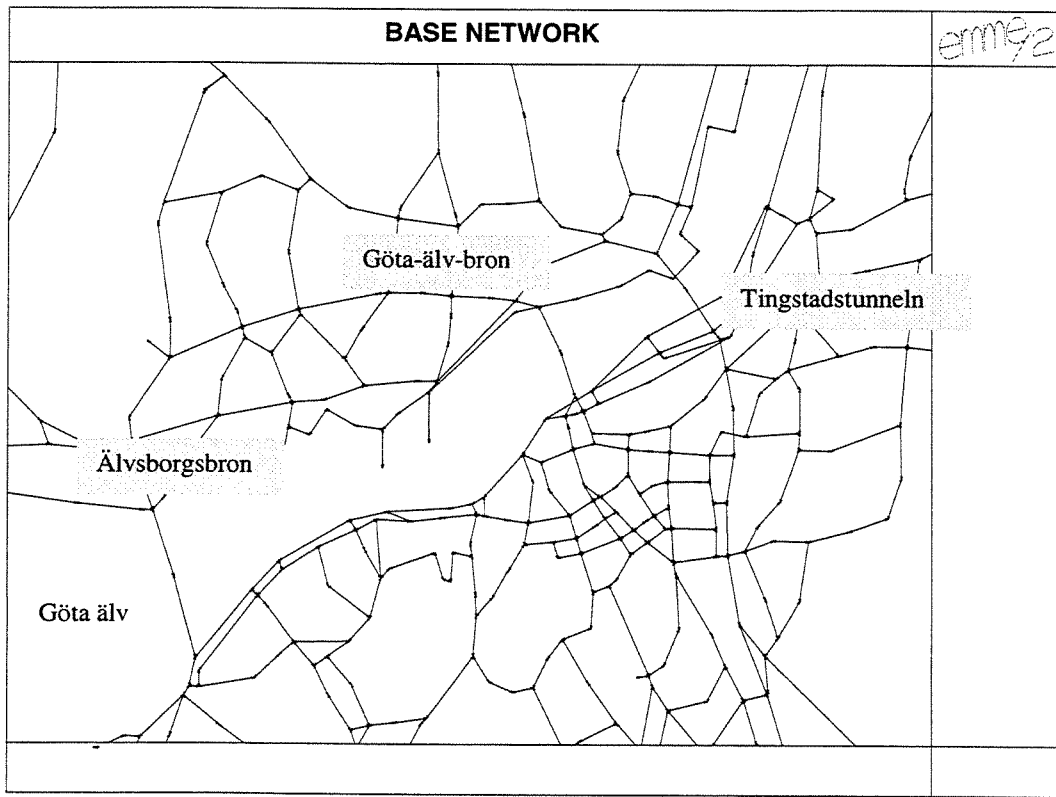
Diagram 7.9: Exempel på hur resultat från beräkningar av efterfrågan med Sampers regionala efterfrågemodell kan presenteras i diagramform.

## 7.2 Testområde

Testort för modellen är centrala Göteborg och som testområde har valts Göteborg City, det vill säga området innanför vallgraven, vilket innebär att infartslänkar från gatunät in till centroider ersätts med parkeringslänkar för de åtta centroider som ligger innanför vallgraven.

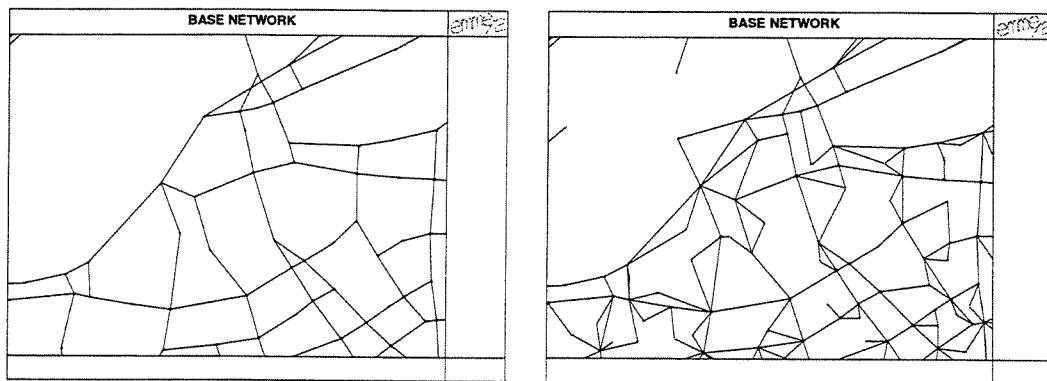
### 7.2.1 EMME/2-nät för centrala Göteborg

Det nät som används som grundnät för modellen har tidigare kodats för sydvästra Sampers-regionen (figur 7.9). Nätet har i centrala Göteborg en detaljeringsgrad på kvartersnivå vilket innebär att genomfartsgator och trafikleder finns representerade. Matargator in till målpunkter inne i kvarteren finns ej med i nätet utan representeras genom en eller ett par direktlänkar in till respektive målpunkt.



Figur 7.9: Emme/2-nät för centrala Göteborg enligt kodning för Sampers-region sydväst.

Zonindelningen för city följer i stort sett kvartersindelningen vilket innebär att varje kvarter som omgärdas av genomfartsgator innehåller åtminstone en centroid (figur 7.10).



Figur 7.10: Emme/2-nät för Göteborg City utan (vänster) respektive med (höger) centroider och infartslänkar.

### 7.2.2 Parkeringsplatser i Göteborg City

Göteborgs Trafikkontor har definierat 17 typer av parkeringsplatser för City (bilaga 1). För att förenkla modellen har en indelning av dessa platstyper gjorts i fem större grupper (tabell 7.6).

*Tabell 7.6: Parkeringsplatstyper som definierats för modellen.*

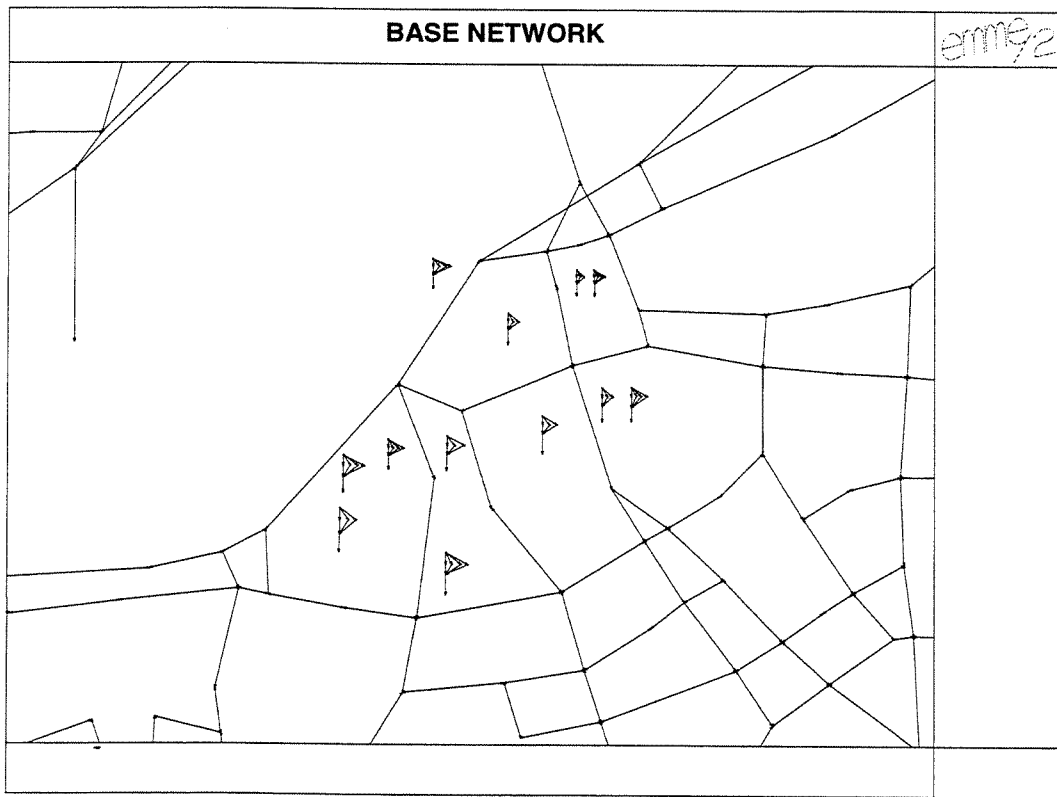
- 
1. Avgiftsbelagd anläggningsparkering, parkeringshus
  2. Avgiftsbelagd anläggningsparkering, öppen markparkering
  3. Avgiftsbelagd gatuparkering
  4. Privat parkering med förhyrd plats
  5. Övrig parkering
- 

I modellen tas de fyra först typerna med och övrig parkering modelleras ej. Övrig parkering innehåller förutom speciella parkeringstyper med få platser såsom handikapp och lastzoner även korttidsparkering på 10 minuter. Dessa korttidsparkerare bortses från i modellen eftersom de flesta ej har sin målpunkt i området därmed inte finns med bland bilresorna till city i matriserna för efterfrågan.

Totalt finns 9120 bilplatser i Göteborg City varav 5290 är allmänna (Trafikkontoret Rapport 2:1994). En dryg tredjedel är alltså privata platser och de bilister som kör direkt till dessa platser hamnar utanför den valsituation som modellen skall simulera. Bilister med privat parkeringsplats skiljs i nätverket ut från övriga genom att de får tillgång till direktlänkar in till centroiderna på samma sätt som då grundnätet utan parkeringslänkar används. Att så hög andel som en tredjedel av platserna i city är privata parkeringar understryker vikten av att utföra ytterligare undersökningar för att ta reda på andelen privatparkerare bland bilister med centrala målpunkter.

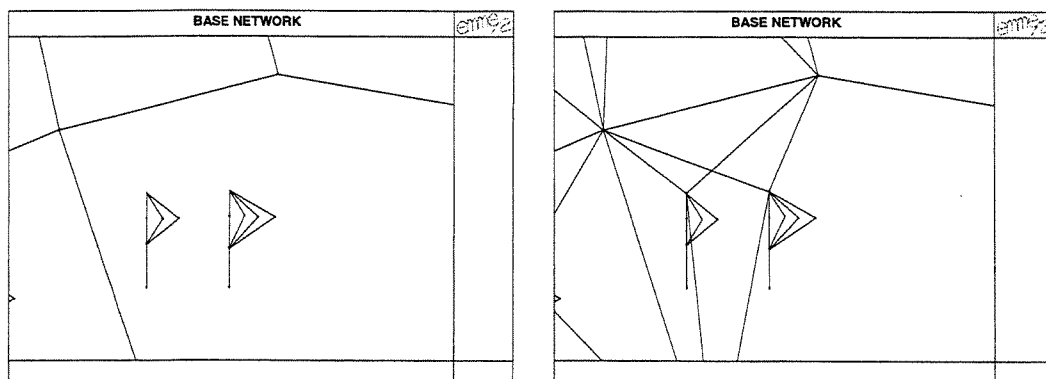
### 7.2.3 Parkeringsnät

Vid uppbyggnad av parkeringsnätet etableras länkar för varje parkeringsanläggning i City (området innanför vallgraven). Gatuparkeringar klumpas ihop för varje kvarter och representerar på så sätt också en parkeringsanläggning där parkeringsavgift samt infarts- och gångavstånd baseras på medelvärdet av samtliga gatuplatser inom ett och samma kvarter. I figur 7.11 visas de parkeringsanläggningar (6 st.) och gatuparkeringar (6 st.) som ingår i det parkeringsnät som etablerats. För att öka figurens tydlighet har infarts- och gånglänkar utelämnats.



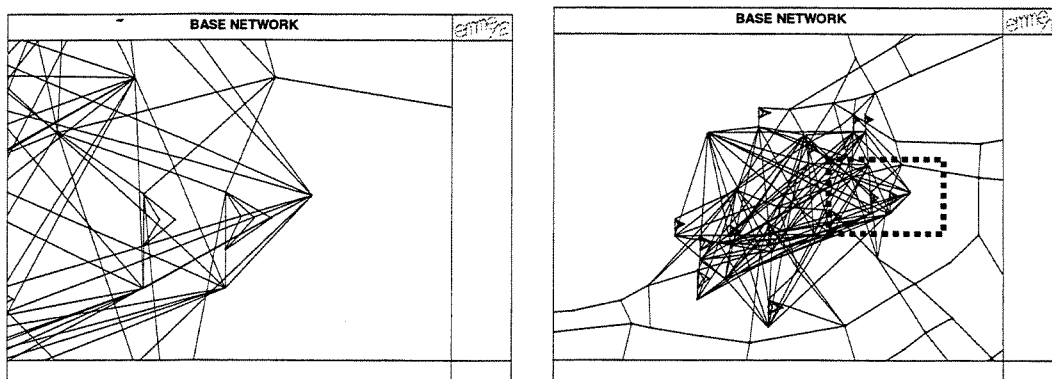
Figur 7.11: Grundnätet kompletterat med parkeringslänkar (länkar för infart och gångavstånd finns ej med i figuren).

Varje "flagga" i figur 7.11 representerar alltså en parkeringsanläggning eller ett kvarters samtliga gatuplatser och den enda skillnaden mellan gatu- och anläggningsparkeringar utgörs av antalet länkar för parkeringsavgiften. De parkeringar som representeras med fyra länkar för avgiften innebär parkeringsanläggningar (p-hus och öppen yta) med länkar för bilister med en, två, fyra respektive åtta timmars parkeringstid. För gatuparkeringar återfinns endast tre avgifts-länkar vilka är avsedda för bilister med en, två respektive fyra timmars parkeringstid. I modellen förutsätts alltså att arbetsresenärer inte använder sig av gatuparkeringar.



Figur 7.12: Vänster: parkeringslänkar för avgift, avfärd och beläggning för en gatuparkerings-  
"anläggning" och en verklig parkeringsanläggning, P-hus City. Höger: tillägg till vänstra figuren med  
länkar för infart till parkering.

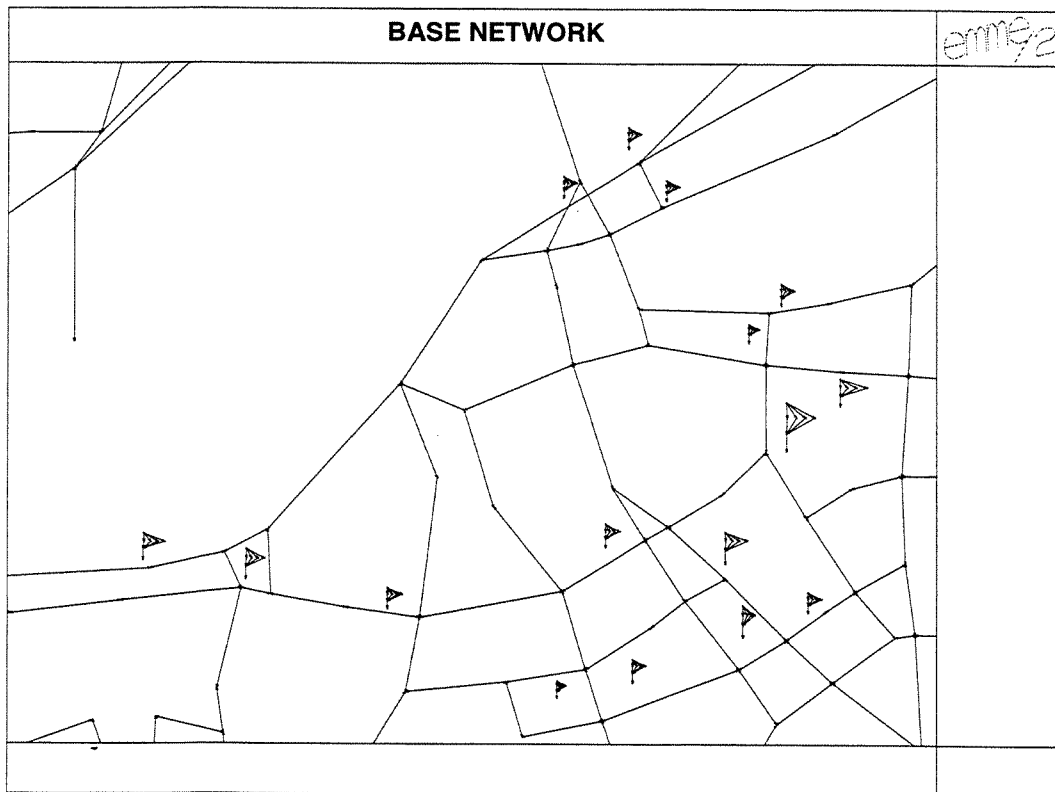
Avgiftslänkarna kopplas ihop med grundnätet genom infartslänkar (figur 7.12). Från beläggningsslänkarna utgår länkar för gångavstånd som ansluts till centroider inom en radie på 1000 m från parkeringen (figur 7.13).



Figur 7.13: Vänster: Figur 7.12 kompletterad med länkar för gångavstånd. Höger: Översiktsbild av  
parkeringsnät för city med samtliga parkeringslänkar samt markering av vänster figurs utsnitt.

I modellens nuvarande version har gånglänkarna anslutits direkt mellan sista utgående parkeringsnod och centroid vilket skapar ett svåröverskådligt nät (figur 7.13 Höger). Genom att etablera ett nätverk av gånglänkar på samma sätt som vägnätet är uppbyggt fås ett både tydligare och noggrannare nät av gånglänkar, vilket rekommenderas om modellen skall utvecklas ytterligare.

För att modellen även skall hantera de bilister som parkerar utanför City men ändå har sin målpunkt innanför vallgraven har parkeringar etablerats i ett randområde utanför City (figur 7.14). De "randparkeringar" som tagits med är anläggningsparkeringar med högsta avstånd 1000 m till någon av centroiderna i City.



Figur 7.14: Randparkeringar innebär att bilresor med målpunkt i city men med parkering utanför kommer med i modellen.

Eftersom de Cityresenärer som parkerar utanför City konkurrerar om parkeringsplatser med bilister som har sin målpunkt utanför City tas endast en del av platserna på dessa parkeringar med i modellen (se vidare under kapitel 7.2.4).

#### 7.2.4 Avgränsningar och randvillkor

I nedanstående text redogörs för de avgränsningar och randvillkor som har definierats i samband med etableringen av modellen. Beskrivningen följer Youngs (1991) indelning i fyra dimensioner för avgränsning av en trafikmodell (time, space, number of factors, types of users), vilka bestämmer en modells hierarkiska nivå och lämplighet för analys av ett visst transportsystem. De flesta av avgränsnings-faktorerna beskrivs mer ingående på annan plats i rapporten och nedanstående lista skall i första hand ses som en sammanställning och modellspecifikation.

##### Avgränsning i tid

1. Tidsindelning i entimmasperioder.

Modellen arbetar med en tidsuppdelning i perioder om en timma. Inom dessa perioder antas parkerings- och trafiksystemet befinna sig i ett läge av statisk jämvikt.

2. Total tid som simuleras: 06:00-20:00.

Modellen simulerar parkeringsbeläggning från 06:00-20:00. Med en tidsuppdelning på en timma innebär detta att utläggning görs för 14 tidsperioder.

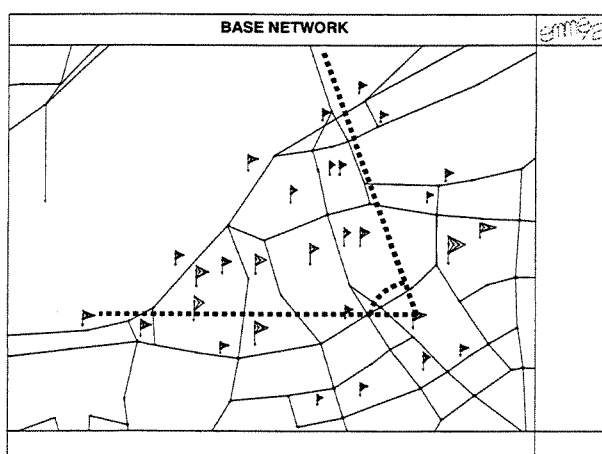
### Geografisk avgränsning

1. Målpunkt utanför vallgraven medför parkering utanför.

En approximation som görs är att samtliga bilister med målpunkter utanför vallgraven också antas parkera utanför densamma. Denna förenkling gör att inga gånglänkar behöver etableras som går från City och utåt. Den generellt sett högre parkeringsavgiften innanför vallgraven torde medföra att de bilister med målpunkt utanför vallgraven som ändå parkerar innanför är relativt få och därför inte påverkar beläggningen i nämnvärd utsträckning.

2. Randparkeringar: parkeringar utanför vallgraven ingår i parkeringsnätet men med minskat antal platser.

Att bilister med målpunkt innanför vallgraven parkerar utanför densamma är dock betydligt vanligare och kan ej bortses från i modellen. Därför har ett randvillkor etablerats för parkeringar utanför vallgraven så att dessa parkeringar till viss del ingår i parkeringsnätet. Parkeringslänkarna utformas i vanlig ordning men antalet platser blir endast en del av parkeringens totala antal. Andelen platser som hör till vallgravsparkeringarna definieras utifrån det vinkelområde som vallgravens målpunkter ligger inom (figur 7.15).



Figur 7.15: Exempel på bestämning av antal platser för randparkering (Heden norra).



3. Bilister med målpunkt innanför vallgraven gatuparkerar ej utanför.

Gatuparkering utanför vallgraven bortses från vilket baseras på att parkeringsavgiften på dessa gatuparkeringar är alltför hög för att motivera det långa gångavståndet. Approximationen i detta fall blir således att ingen bilist antas gatuparkera utanför vallgraven om målpunkten ligger innanför.

4. Maximalt gångavstånd 1000 m.

Gångavstånd antas vara maximalt 1000 m fågelvägen.

#### **Avgränsning av antal faktorer**

1. Vid tillresan modelleras kostnader för parkering.

Kostnader i samband med parkering som modelleras:

- Infart från gatunät till parkering
- Parkeringsavgift
- Platstillgång
- Gångavstånd

2. Åtteresan sker ej via parkeringslänkar.

Vid återresan tas snabbaste anslutningslänk ut på gatunätet. Åtteresan sker alltså inte via parkeringsnätet.

#### **Avgränsning av användartyper**

1. Arbetsresor delas in i privat och allmän parkering.

De arbetsresor där bilisten parkerar på allmän parkering antas ha en parkeringstid på åtta timmar. Arbetsresor med privat parkeringsplats ansluter till centroider via direktlänkar och använder alltså inte parkeringsnätet.

2. Övriga resor delas in i tre kategorier efter parkeringstid.

Övriga resors delas in i tre kategorier med parkeringstid en, två respektive fyra timmar.

### **7.3 Testkörning, kalibrering och validering av modellen**

Eftersom arbetet i första hand har inriktats på modellens funktion har indata i flera fall uppskattats mycket grovt utifrån generella undersökningar om resvanor och parkeringsbeteende. Resultaten från de första modelltesterna har dock varit tillräckligt bra för att en enkel kalibrering skulle kunna utföras. De resultat som modellen producerat efter denna kalibrering har därefter använts till en enkel validering där modellens beläggningskurvor har jämförts med de kurvor som dokumenteras genom Göteborgs parkeringsledningssystem P-in.

#### **7.3.1 Testkörning och grov kalibrering**

##### **Parkeringsavgift**

Vid testkörningarna har parkeringsavgiften tilldelats samma värden för modellens hela tidsperiod (06:00-20:00). Avgiften har satts enligt den högsta taxan som gäller för parkering på dagtid. För de flesta parkeringar tillämpas den högsta taxan mellan 08:00-20:00 och på endast ett fåtal parkeringar tillämpas den högsta taxan mellan 09:00-18:00. Att använda dagtidstaxan från 06:00-20:00 har därför bedömts som en i sammanhanget tillräckligt god approximation. Den parkeringstaxa som använts kan studeras i detalj i bilaga 3 och sammanfattas för City-parkeringar i tabell 7.7.

*Tabell 7.7: Parkeringsavgifter i Göteborg City.*

---

Parkeringshus:	Nordstan, P-hus City, Kungsgaraget.....	15 - 20 kr/h
Öppen anläggningsparkering:	Hvitfeldtsplatsen, Skeppsbron, Packhuset/Operan.....	5 - 6 kr/h
Gatuparkering:	.....	20 kr/h

---

##### **Faktorer som påverkar modellens resultat**

De faktorer som påverkar modellens resultat och som kan ändras mellan två körningar listas nedan (tabell 7.8). Eftersom dessa faktorer i största möjliga utsträckning skall representera den verkliga situationen är det naturligtvis viktigt att modifiering sker inom verklighetsbaserade ramar. Avsaknaden av specifika uppgifter för de flesta av faktorerna gör dock att det finns utrymme för relativt stora förändringar. De faktorer som modifierats under de inledande modelltesterna är punkt fyra och fem i tabell 7.8, det vill säga tidsfunktioner för parkeringslänkar och de vikter som kopplas till dessa funktioner.

Tabell 7.8: Faktorer som kan ändras mellan två körningar av modellen.

- 
1. Matriser för bilresor med efterfrågan på arbetsresor respektive övriga resor.
  2. Andel av matris för arbetsresor med privat respektive allmän parkering.
  3. Andel av matris för övriga resor med en, två respektive fyra timmars parkeringstid.
  4. Tidsfunktioner på parkeringslänkar för infart, avgift, beläggning och gångavstånd.
  5. Vikter för parkeringslänkar/-parametrar (infart, p-avgift, beläggning, gångavstånd).
  6. Tidsvärde för parkeringsavgiften.
  7. Andel platser på randparkeringar som avsätts för bilister med målpunkt i City.
- 

### Vikter på parkeringsparametrar

Genom att olika tidsfunktioner har etablerats för länkarna i parkeringsnätet finns möjlighet att sätta separata vikter på de ingående parametrarna. De parametrar som kan viktas är infart till parkering, avgift, beläggning och gångavstånd. Vid de första testkörningarna tilldelades samtliga parametrar vikten ett och tidsvärdet för avgiften sattes till 50 kr/h vilket innebär att en extra parkeringsavgift på totalt 50 kr värderas lika med en timmas mindre restid. Denna konfiguration innebar dock att avgiftens betydelse för parkeringsvalet övervärderades vilket resulterade i att samtliga bilister valde anläggningsparkeringar och gatuparkeringarna blev därmed utan beläggning.

Vikten för parkeringsavgiften ändrades därefter till 0,5 vilket innebär att endast hälften av parkeringsavgiften belastar restiden på tillresan. Detta avspeglar troligen den verkliga valsituationen på ett mer riktigt sätt eftersom bilisten troligtvis upplever avgiften som en delkostnad av hela resan (tillresa plus återresa). Vid etablering av parkeringsvalsmodell för Birmingham (Skinner 1992) baserades hanteringen av parkeringsavgiften på ett liknande resonemang och halva avgiften fördelas i denna modell på till-, respektive återresan.

Vikten för gångavstånd ändrades från 1,0 till 2,0 vilket baseras på de vikter som använts vid CENCIMM-modellen för Perth (Young 1991) samt Bifulcos (1993) modell för Avellino där 2,5 respektive 1,8-2,0 använts.

Till sist ändrades även vikten för platstillgångens (beläggnings) påverkan på restiden från 1,0 till 2,0 för att ytterligare minska attraktiviteten för parkeringar med låg avgift. Den funktion som beskriver res- och väntetiden till följd av ökad beläggning är dock endast grovt uppskattad utifrån en genomsnittlig väntetid på 10 minuter vid full beläggning och det blir därmed svårt att relatera vikten till de värden som använts i andra modeller (se tidsfunktioner nedan).

Efter att vikter för parkeringsavgift, gångavstånd och beläggning ändrats erhöles en beläggningssituation som troligtvis bättre stämmer överens med den verkliga beläggningen. Problemet med en låg beläggning på gatuparkeringar kvarstår dock och det är endast för två kvarter som beläggningen når upp till 50 % mitt på dagen (bilaga 4.1). Det är troligt att gångavståndet för gatuparkeringar skulle behöva förkortas till de närmaste centroiderna. En av de främsta anledningarna till att välja en dyr parkeringsplats på gatan är troligtvis att gångavståndet blir rejält förkortat jämfört med parkering vid en billigare anläggning vilket också bör avspeglas i parkeringsnätet. Det kan också vara så att gatuparkering i hög grad utnyttjas för boendeparkering och att de tillresta fordon som under dagtid utnyttjar gatuparkering även i verkligheten är relativt få.

### **Tidsfunktioner**

Tidsfunktioner och speciellt den funktion som beskriver restiden i förhållande till beläggningen tillhör de faktorer som är särskilt svåra att definiera och bedöma rimligheten för. Den beläggningssituation som används innebär tio minuters väntan om parkeringen är fullbelagd och en exponentiell ökning så att fem procent överbeläggning (fem bilar i kö till en parkering med 100 platser) innebär en väntan på 27 minuter. I en detaljerad och mer genomarbetad modell borde denna funktion kopplas till den takt som fordon lämnar parkeringen, vilket skulle innebära att funktionen övergår till linjär form då parkeringen har nått full beläggning. Nuvarande funktion innebär också att det vid vissa situationer kan krävas över 20 iterationer innan beräkningarna vid nätutläggning konvergerar. En modifierad kurva med linjär övre del skulle troligtvis lösa en del av problemen men det krävs även mer undersökningar av vilken kurvform som bäst beskriver den verkliga situationen och om skilda funktioner bör etableras för olika parkeringar.

#### **7.3.2 Validering mot verklig beläggning**

För att kontrollera hur väl modellen återskapar den verkliga parkeringssituationen har jämförelser gjorts mellan den beläggning som modellen beräknar och den verkliga beläggningen för de parkeringar där beläggningsdata finns dokumenterad.

De bristfälliga indata som använts vid testkörning och kalibrering av modellen innebär att en fullgod validering ej kan utföras eftersom avvikelser till stor del kan förklaras med bristen på korrekta indata. I och med att parkeringsledningssystemet P-In (Trafikkontoret 1999) togs i bruk under 1999 har beläggningsdata för en rad parkeringar i centrala Göteborg blivit lättillgängliga genom att systemet loggar beläggningsdata för anslutna parkeringar. En validering medför således ett relativt litet merarbete och kan trots bristfälliga indata till modellen ge en indikation på hur väl verkligheten återskapas i modellen.

De parkeringsanläggningar som tagits med i jämförelsen är P-hus Nordstan, P-hus City, Packhuset, Operan och Hvitfeldtsplatsen inom City samt Norra Heden i området utanför vallgraven (diagram 7.10-7.14). Eftersom Packhuset och Operan har definierats som en enda parkering i modellen har beläggningsdata slagits ihop för dessa båda vid analysen. Norra Heden ingår som randparkering i modellen med endast en fjärdedel av totala antalet platser (se kap. 7.2.4) vilket innebär att jämförelsen blir mindre tillförlitlig för denna parkering eftersom beläggningsgraden baseras på olika antal tillgängliga platser.

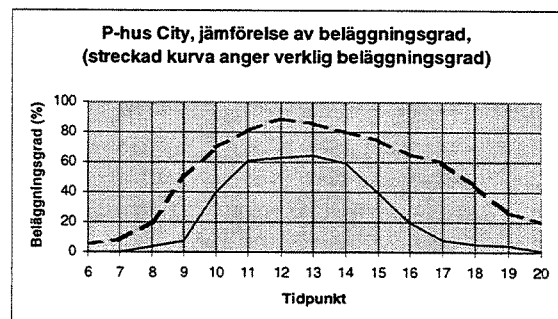
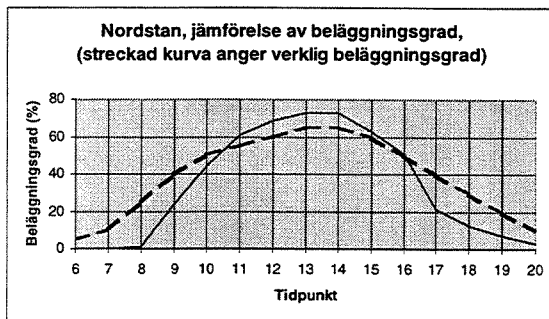


Diagram 7.10-7.11: Jämförelse av beläggningsgrad med modellberäknad kurva (heldragen linje) och beläggningskurva från P-In (streckad linje) för P-hus Nordstan respektive P-hus City.

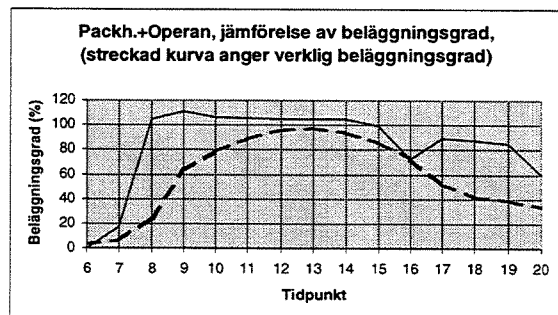
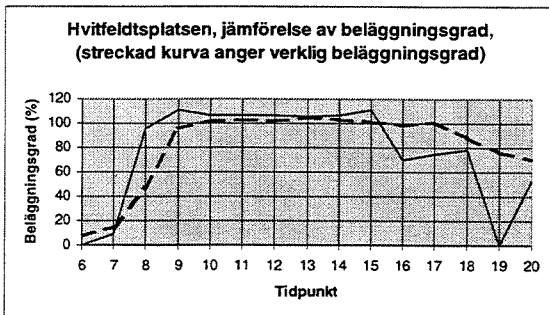


Diagram 7.12-7.13: Jämförelse av beläggningsgrad med modellberäknad kurva (heldragen linje) och beläggningskurva från P-In (streckad linje) för Hvitfeldtsplatsen respektive Packhuset/Operan.

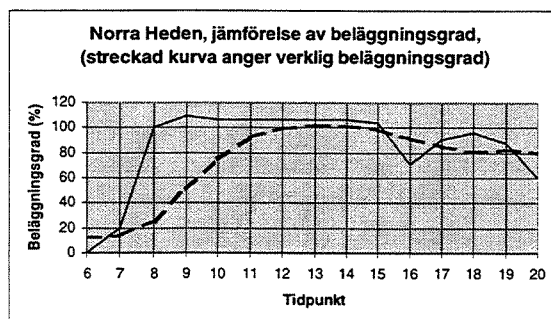


Diagram 7.14: Jämförelse av beläggingsgrad med modellberäknad kurva (heldragen linje) och beläggingskurva från P-In (streckad linje) för Norra Heden.

De modellerade kurvorna har en betydligt trubbigare form än de verkliga kurvorna från P-In vilket troligtvis har sin förklaring i att det parkeringsval som enligt jämviktsprincipen sker i modellen är fullkomligt rationellt och utan slumpmässiga variationer. Detta innebär att redan små skillnader i kostnad mellan olika parkeringar kan innebära att en stor del av bilisterna väljer samma parkeringsalternativ.

Största avvikelserna i beläggingsgraden för enskilda parkeringsanläggningar uppträder vid P-hus City, Packuset/Operan samt Norra Heden. Det är uppenbart att modellen undervärderar P-hus City vilket eventuellt kan förklaras med ett alltför långt gångavstånd i förhållande till den höga avgiften (17 kr/h). P-hus City är mycket centralt beläget och det är troligt att de bilister som värdesätter ett kort gångavstånd och har ett mycket högt tidsvärde för avgiften väljer denna parkering. Avvikelsen för P-hus City kan därför indikera att en indelning av bilresenärer i kategorier bör göras med avseende på tidsvärden som komplement till modellens nuvarande indelning utifrån parkeringstiden.

För Packuset/Operan och Norra Heden ligger största avvikelsen i beläggningsgradens uppbyggnad under morgon- och förmiddagstimmarna. Modellen överskattar i dessa fall antalet arbetsresenärer som fyller upp parkeringarna mellan 07:00-08:00. Skillnaden mellan två intilliggande parkeringar kan i verkligheten dock vara relativt stor vilket framgår vid separat presentation av beläggningskurvorna från P-In för Packhuset respektive Operan (diagram 7.15-7.16). Packhuset har en kurva som modellen väl återskapar medan Operans kurva indikerar en annan sammansättning av bilresenärer som ger en långsammare uppbyggnad av beläggningsgraden.

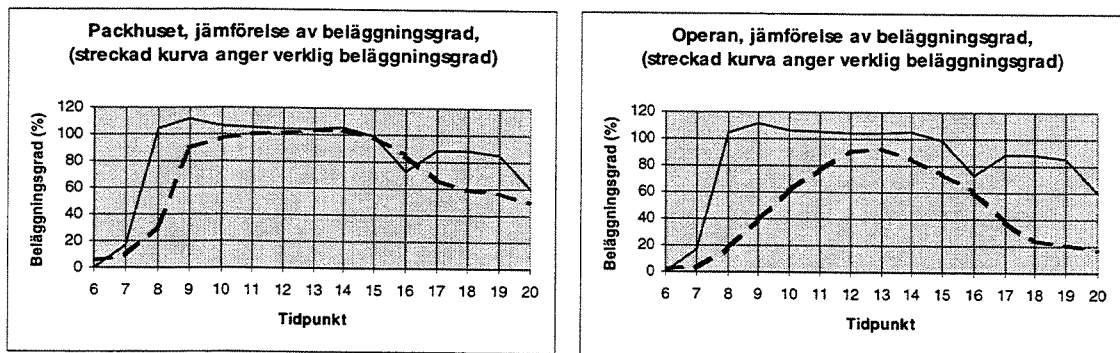


Diagram 7.15-7.16: Jämförelse av beläggingsgrad med modellberäknad kurva för Operan plus Packhuset (heldragen linje) och beläggingskurva från P-In (streckad linje) för Packhuset respektive Operan.

Skillnaden i beläggingsgrad på två intilliggande parkeringar kan således även i verkligheten vara betydande och att analysera modellens resultat på en alltför detaljerad nivå bör förmodligen undvikas. I diagram 7.17 har beläggningen från P-In respektive modell summerats för P-hus Nordstan, P-hus City, Packhuset, Operan samt Hvitfeldtsplatsen vilket visar att någon form av aggregering bör definieras för analys av modellens resultat.

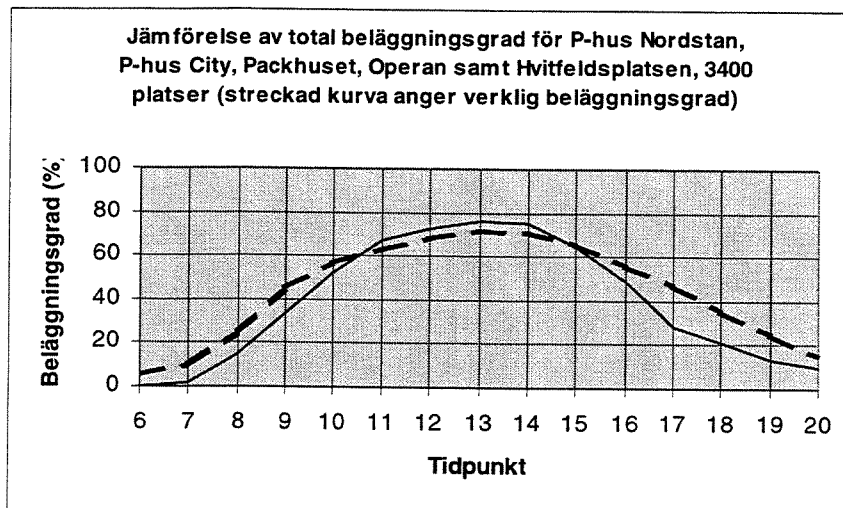


Diagram 7.17: Jämförelse av beläggingsgrad med modellberäknad kurva (heldragen linje) och beläggingskurva från P-In (streckad linje) för P-hus Nordstan, P-hus City, Packhuset, Operan samt Hvitfeldtsplatsen.

## **7.4 Test av modellen på scenarier**

Syftet med etableringen av en trafikmodell är i de flesta fall tillämpningen av modellen på scenarier där förändringar har gjorts i trafiksystemet. Modellen skall då kunna simulera de effekter som uppstår till följd av förändringen och på så sätt skapa underlag för vidare analyser och till sist beslut om eventuellt genomförande av åtgärder. För att ge exempel på vad en parkeringsvalsmodell för Göteborg skulle kunna användas till har ett antal scenarier formulerats som modellen därefter har applicerats på. De scenarier som ställts upp inbegriper både modifieringar av parkeringsavgiften och tillgången på parkeringsplatser. Det gäller dock att vara väl medveten om modellens bristfälliga indata, kalibrering och validering vid analys av resultaten och i första hand betrakta sceneriernas utfall som ett underlag för vidare diskussion om parkering och trafikmodeller. Appliceringen av modellen på scenarier fungerar också som ytterligare tester av modellens funktion.

Modellen ger möjlighet att dels studera skillnaden i beläggning på enskilda parkeringar (kap. 7.4.1) och genom kopplingen till Sampers finns även möjlighet att beräkna förändringen i efterfrågan på resor till City (för samtliga färdmedel) till följd av förändringar i parkeringsutbudet (kap. 7.4.2).

### **7.4.1 Effekter i parkeringssystemet**

För att se hur förändringar i parkeringsutbudet påverkar fördelningen av fordon mellan parkeringsanläggningar har tre scenarier (scenario 2-4) ställts upp förutom ett grundscenario (scenario 1) där dagens situation skall avspeglas.

#### *Scenario 1: Dagens situation (bilaga 4:1-2)*

I detta scenario skall nuvarande (december 2000) beläggningssituation återskapas. Avgifter och antalet parkeringsplatser sätts utifrån de förhållanden som råder. För jämförelser mot verklig beläggning hänvisas till kapitel 7.3.2.

#### *Scenario 2: Dagens utbud om tio år (bilaga 5)*

I scenario 2 används samma parkeringsutbud som i scenario 1 men med en ökad efterfrågan på 25 procent. I dag sker i Göteborg en ökning av vägtrafiken med 2,0 procent per år (Transek 1999). Om denna ökning fortsätter i samma takt innebär det att vägtrafiken har ökat med 25 procent om tio år, jämfört med dagens situation. De två efterfrågematriserna har i scenario 2 skrivits upp med 25 procent vilket väsentligt ökar trycket på parkeringsanläggningar i Göteborg City.



*Scenario 3: Gratis gatuparkering i City med max 4 h parkeringstid (bilaga 6)*

Scenario 3 innebär att parkeringsavgiften tas bort på gatuparkeringar i City. En sådan förändring är i realiteten knappast trolig men scenariot är ändå viktigt eftersom det visar hur modellen reagerar på en stor förändring inom parkeringssystemet.

*Scenario 4: P-hus Nordstan avstängt (bilaga 7)*

Liksom föregående scenario innebär scenario 4 en högst osannolik förändring men även i detta fall är scenariot berättigat genom att det är viktigt att testa hur modellen reagerar på ett kraftigt minskat antal parkeringsplatser. P-hus Nordstan har cirka 2450 allmänna platser vilket är nära hälften av det totala antalet i City.

## 7.4.2 Effekter på efterfrågan och färdmedelsval, Samperskörningar

Vid analys av förändringar i efterfrågan och färdmedelsval används de restidsmatriser för hög- respektive lågtrafik som modellen genererar som indata till Sampers efterfrågemodell för region väst. Den restid som utgör indata till Sampers tas fram genom att först beräkna restiden utan parkeringsnät. Till denna restid adderas därefter skillnaden i restid inklusive parkeringskostnader mellan dagens parkeringsutbud och det förändrade utbud som scenariot representerar.

Tre scenarier inklusive dagens situation har ställts upp.

*Scenario 1: Dagens situation*

Dagens situation innebär att restider tas fram på konventionellt sätt utan parkeringsvalmodell. Det är detta förhållande som efterfrågemodellen i Sampers är estimerad för och kostnaden för parkering återfinns i detta fall inte i restiden utan enbart i form av en tätortsdummy för centrala zoner. De efterfrågematriser som Sampers levererar i detta scenario är också de som används som indata till parkeringsvalsmodellen.

*Scenario 2: Höjd parkeringsavgift med 10 kr/h*

I scenario 2 höjs parkeringsavgiften på samtliga parkeringar med 10 kr/h.

*Scenario 3: Sänkt parkeringsavgift med 10 kr/h*

Scenario 3 innebär att parkeringsavgiften sänks med 10 kr/h på samtliga parkeringar och det blir således gratis att parkera på de anläggningar där avgiften ligger under 10 kr/h.

Jämförelse mellan scenarierna har skett genom att totala antalet resor till de centroider som ingår i parkeringsnätet studeras (diagram 7.18). Dessutom jämförs färdmedelsvalet vilket ger indikationer på om andra färdmedel väljs till följd av ett förändrat parkeringsutbud. Jämförelser visar att en höjning eller sänkning av parkeringsavgiften

med 10 kr/h innebär en mycket stor påverkan på den restid som parkeringsvalsmodellen beräknar. Detta kan bekräftas med ett enkelt exempel för en arbetsresenär med åtta timmars parkeringstid. En höjning med 10 kr/h innebär att kostnaden för parkering ökar med 80 kr för en hel dag. Eftersom vikten för avgiften är 0,5 blir kostnadsökningen 40 kr vilket med ett tidsvärde på 50 kr/h innebär nästan en timmas längre restid.

De stora skillnaderna i efterfrågan innebär att modellen i sitt nuvarande utförande inte kan användas till att studera parkeringskostnadens inverkan på efterfrågan, åtminstone inte om förändringen är stor i förhållande till bilrestiden. De två scenarietester som utförts måste därför kompletteras med ytterligare tester och analys av modellens hantering av parkeringskostnaden som en del av restiden innan utvärdering och en eventuell tillämpning kan ske.

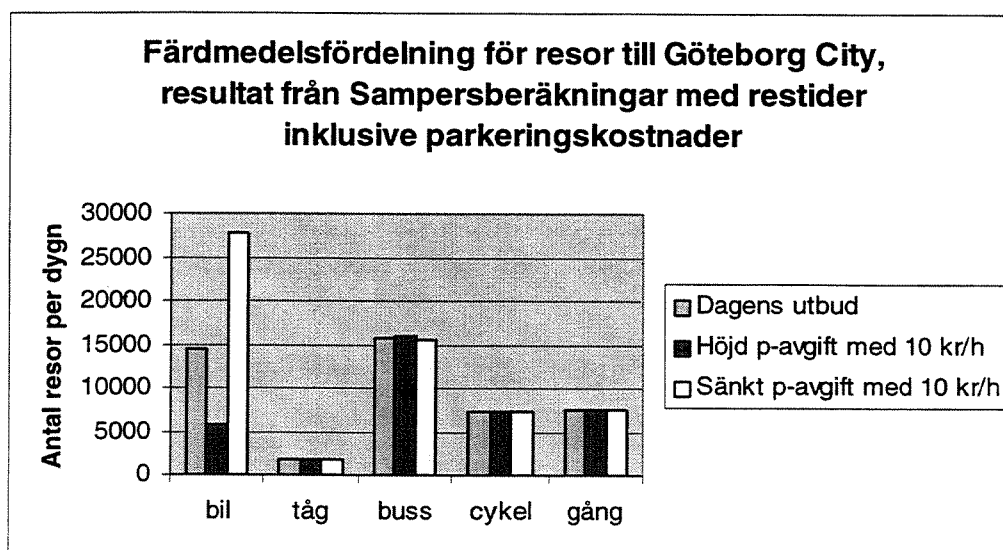


Diagram 7.18: Modellens reaktion på förändring i efterfrågan och färdmedelsfördelning till följd av höjd och sänkt parkeringsavgift. De stora skillnaderna i antalet bilresor visar att modellen i sin nuvarande version ej kan användas vid analyser där förändringen i restid (inklusive parkeringskostnad) är stor.

## 8 Resultat

Arbetet har resulterat i en nätverksbaserad parkeringsvalsmodell som också har testats på centrala Göteborg. Modellen använder bilresematriser från Sampers regionala efterfrågemodell som indata och producerar utdata i form av beläggningskurvor för enskilda parkeringsanläggningar samt restidsmatriser som förutom restiden med bil även inkluderar tidskostnaden för parkering. Restidsmatriserna kan därefter användas till att i Sampers efterfrågemodell beräkna en ny efterfrågan och färdmedelsfördelning till följd av förändringar i parkeringssystemet.

I den inledande litteraturstudien valdes tre nätverksbaserade parkeringsvalsmodeller ut för detaljstudier och för att utgöra referensobjekt vid etableringen av Göteborgsmodellen. Utifrån dessa tre har därefter en ansats till modell för Göteborg ställts upp som tar hänsyn till infartstid, parkeringsavgift, beläggning samt gångavstånd genom att nya länkar har etablerats för dessa parametrar i Emme/2-nätet för Sampersregion väst. En dynamisk modellstruktur har etablerats genom att en programsekvens har upprättats i Emme/2:s makrospråk där nätutläggning görs för en timma i taget och där den beläggning som byggs upp under en timma tillåts påverka utbudet i nästkommande timma.

Vid jämförelse av modellens resultat mot verklig beläggningssituation har data från Göteborgs parkeringsledningssystem P-In använts och trots modellens bristfälliga indata har ändå resultaten avspeglat dagens situation relativt väl. Ytterligare modelltester har därefter utförts genom att modifiera parkeringsutbudet och på så sätt skapa framtida scenarier med en förändrad parkeringssituation. Vid dessa scenariotester har förutom beläggningsförändringar även förändringen i efterfrågan och färdmedelsfördelning kunnat studeras genom modellens koppling till Sampers. Även dessa scenariotester har gett beläggningsdiagram som kan tänkas vara överensstämmande med de effekter som en specifik förändring kan medföra. Dock är modellens resultat i form av förändringar i efterfrågan mer osäkra och de två scenariotester som utförts måste här kompletteras med ytterligare tester och analys av modellens hantering av parkeringskostnaden som en del av restiden innan utvärdering kan ske.

Modellen har etablerats för de kvarter som tillhör Göteborg City vilket innebär att bilresor till totalt åtta Sampers-zoner finns med i resultaten. Det har dock inte funnits tid till att utvidga testområdet till en större del av centrum vilket vore önskvärt för att analysera resultaten i en skala som är mer anpassad till Sampers. Antalet parametrar samt indata har också behållits i den status som fastlades i arbetets början.

Resultaten visar att det är möjligt att etablera en parkeringsvalsmodell som fördelar bilister enligt jämviktprincipen. Det krävs dock ytterligare tester och modifieringar av länkfunktioner innan modellen kan tillämpas i verkliga projekt. Särskilt viktigt är i detta fall att modifiera den funktion som avspeglar tidsåtgången till följd av ökad parkeringsbeläggning, dels för att verifiera funktionen mot verkliga mätningar men också för att om möjligt korta ned exekveringstiden som i modellens nuvarande version ligger

runt åtta timmar. Vidare krävs ytterligare tester och analyser av modellens resultat för förändringar i efterfrågan och färdmedelsval. Om en verklig tillämpning skall bli meningsfull krävs också att indata verifieras genom lokala undersökningar om människors resvanor och beteende vid parkering.

## 9 Diskussion och kommentarer

### 9.1 Diskussion kring modellen

#### Kan en statisk modell bli dynamisk?

Den presenterade modellen bygger på att trafik- och parkeringssystemet betraktas som statiskt inom entimmasintervall och det kan ifrågasättas om en dynamisk procedur som parkering överhuvudtaget kan inrymmas i en statisk modell. Genom att beläggningen från en timma tillåts påverka utbudet inför nästkommande timma etableras dock en slags halvdynamisk modell och de beläggningskurvor som modellen härigenom beräknar stämmer också relativt väl överens med den verkliga situationen. De modellberäknade kurvorna är emellertid trubbiga och en viktig fråga i sammanhanget är om en timmas upplösning är tillräckligt för simulering av beläggningskurvor eller om en i grunden statisk modell, som den presenterade, borde användas på en betydligt mer översiktlig nivå.

#### Söktrafik modelleras ej

I Emme/2 fördelas biltrafiken enligt principen att samtliga bilister väljer den snabbaste färdvägen med hänsyn till trängselsituationen vilket innebär att trafiksystemet vid varje nätutläggning antas befina sig i ett konstant jämviktsläge. Vid modellering av parkering innebär detta att söktrafik mellan parkeringsanläggningar ej kommer med i modellen eftersom bilisten förutsätts ha erhållit fullständig information om trafik- och parkeringssituationen redan innan resan påbörjas. Den trafiksituation som modellen beräknar är alltså ett önsketänkande som enbart kan uppstå om ett informationssystem blir fullt utbyggt och samtliga bilister använder sig av detta vilket får till följd att modellen inte kan användas till att utvärdera effekter av en utökad parkeringsinformation. En nätverksbaserad modell som inte modellerar söktrafik mister härmed en del av sin styrka gentemot icke nätverksbaserade modeller eftersom interaktionen mellan parkerings- och trafiksystemet hör till de nätverksbaserade modellernas största fördelar (se kap. 6.1). En intressant ansats som kan vara värd att studera närmare har gjorts i CENCIMM-modellen för Perth (se kap. 6.3.3) där söktrafik finns medtagat trots att parkeringsutbudets påverkan på efterfrågan antas som konstant inom 15-minuters intervall.

#### Parkeringsval enligt jämviktsprincip

Förutom att fördelning av fordon enligt jämviktsprincipen leder till en underskattning av trafiken mellan parkeringsanläggningar får det även effekter på valet av parkering. Då en parkering närmar sig full beläggning och tiden för att hitta en plats på denna parkering överstiger gångtiden från en mer avlägsen parkering (med samma avgift) väljer plötsligt samtliga nytillkomna bilister parkeringen med det längre gångavståndet. Inte förrän även denna parkering närmar sig full beläggning blir det återigen aktuellt att välja den

närbelägna parkeringen. Följden blir att stora skillnader kan uppstå i fördelningen av bilister mellan två timmar vilket i dessa fall avspeglar sig i trubbiga beläggningskurvor (se kap. 7.3.2). Problemet kan till viss del avhjälpas genom att utföra en detaljerad segmentering av efterfrågan och därefter variera vikter och tidsvärde för de olika kategorierna av bilister. På så sätt kan en del bilister "låsas" till exempelvis dyra parkeringar med kort gångavstånd. Bifulco introducerar ett annat sätt att behandla problemet genom att en stokastisk del adderas till reskostnaden och vissa bilister tillåts därefter välja ett alternativ som har en högre kostnad än den mest optimala färdväg/parkerings-kombinationen (se kap. 6.4.3).

### **Fördelning av fordon på parkeringar**

En mycket viktig aspekt att beakta är modellens geografiska detaljnivå. Sampers genererar efterfrågan till de zoner som ingår i parkeringsvalsmodellen. Dessa zoner representeras av centroider som placerats mitt i respektive zon. Inom området Göteborg City finns 8 zoner medan antalet Cityparkeringar i modellen uppgår till 12. Upplösningen på parkeringsnätet är sålunda högre än zonindelningen vilket främst får konsekvenser vid modellering av gångavstånd eftersom centroidernas placering blir helt avgörande för gångavståndet. Mot bakgrund av detta kan modellen i sin nuvarande form knappast användas till analys av enskilda parkeringsanläggningar utan någon form av sammanslagning bör ske i likhet med diagram 7.17, samt de diagram som presenteras i bilaga 4-7 där samtliga Cityparkeringar slagits samman. En möjlighet för användning av nuvarande modell till beläggningsstudier kan vara att utöka modelleringsområdet och slå ihop parkeringsanläggningar av samma karaktär vid resultatredovisning. En parkeringsanläggning kan vid resultatredovisning då bestå av till exempel samtliga gatuparkeringar inom City.

### **Efterfrågan**

Vid analys av förändring i efterfrågan bör dock den höga geografiska upplösningen på parkeringar snarare vara en fördel eftersom fel i restiderna bör utjämnas ju fler alternativ som finns att tillgå för att nå målpunkterna. Det största problemet vid analyser av efterfrågan ligger dock i modellens indata till Sampers, vilken består i två restidsmatriser för hög-, respektive lågtrafik. Då parkering kopplas till restiden blir uppdelningen i hög- och lågtrafik inte lika självklar eftersom den största trängseln (vilket medför längre restider) i parkeringssystemet ofta inträffar mitt på dagen när vägnätet i övrigt betraktas som lågt trafikerat. Det kan också ifrågasättas om nuvarande modell med utläggning för varje timma verkligen är nödvändig om endast total efterfrågan för hela dygnet skall analyseras.

## **9.2 Är modeller för mikrosimulering bättre för en dynamisk procedur som parkering?**

Modeller för mikrosimulering bygger på att varje enskilt fordons rörelse och interaktion med andra fordon simuleras vilket innebär en stor skillnad jämfört med modeller på

makronivå (som till exempel Emme/2) där trafikflödet (i fordon per timma eller dygn) styr ruttvalet och restiden. I en mikrosimuleringsmodell representeras trafiken därmed på samma sätt som i verkligheten och de flesta programvaror för mikrosimulering har också en grafisk representation av trafiken där fordonens förflyttning på vägnätet kan studeras sekund för sekund.

En mikrosimuleringsmodell är alltså dynamisk till själva uppbyggnaden vilket i parkeringshänseende är en stor fördel jämfört med en statisk modell där varje nätutläggning endast resulterar i en momentan situationsbild av trafikflödet. Användningen av mikrosimuleringsmodeller begränsas dock av beräkningskrävande rutiner samt att detaljnivån (på trafiknät och de funktioner som styr ett fordon's rörelse) måste vara hög för att modellens resultat skall bli tillförlitliga. Det finns trots detta gott om programvaror för mikrosimulering varav vissa även kan simulera fordonsrörelser i samband med parkering (Schmidt 2000).

En stor fördel med att använda en mikrosimuleringsmodell vid simulering av parkering är att söktrafiken kan modelleras på ett realistiskt sätt. Fordonen kan till och med leta plats inne på parkeringsanläggningar och parkera om plats finnes eller åka vidare till nästa anläggning om parkeringen är fullbelagd. På så sätt kommer beläggnings påverkan på parkeringsval och söktrafik automatiskt med i modellen och det blir möjligt att analysera effekter av utökad parkeringsinformation. Till nackdelarna hör dock att ett första val av ett antal möjliga parkeringsanläggningar förmodligen bör modelleras externt eftersom Sampers zonindelning och centroidplacering även i detta fall får effekter på parkeringsvalet (se Fördelning av fordon på parkeringar, kap. 9.1).

Ett möjligt förslag vore att genom en icke nätverksbaserad modell först externt simulera valet av *typ* av parkeringsanläggning utifrån parametrar som till exempel gångavstånd och parkeringsavgift. För varje destination och bilistkategori kan därefter ett antal parkeringsmöjligheter bestämmas vilka därefter definieras som nya möjliga målpunkter vid mikrosimuleringen. Med en sådan ansats skulle två modellers användningsområden kunna renodlas till skillnad från den i detta arbete presenterade modellen, vilken innebär en kompromiss vid hanteringen av parkeringsvalets dynamiska sidor.





## 10 Slutsatser

I denna rapport beskrivs hur en ansats till en nätverksbaserad parkeringsvalsmodell som skulle kunna ingå i Samperssystemet har utvecklats och testats. Resultaten visar att det finns goda förutsättningar för att utveckla modellen ytterligare, åtminstone för tillämpning vid analyser av fördelning av fordon mellan parkeringsanläggningar. Det krävs dock att modellen testas på ett större område samt att någon form av aggregering definieras för analys av resultaten. Beträffande modellens förmåga att hantera förändringar i efterfrågan är resultaten mer osäkra varför ytterligare tester och modellutveckling bör utföras på detta område. Det bedöms dock som viktigt att först och främst klargöra vilka behov som finns av att analysera parkering och utifrån dessa specificera krav på en parkeringsvalsmodell. Genom en sådan kravspecifikation underlättas bedömningen av om nya ansatser bör testas eller om den presenterade modellen bör utvecklas för tillämpning. Parkering påverkar i hög grad människors resebeteende, särskilt i storstadsregioner, och det är mot bakgrund av detta betydelsefullt att modeller utvecklas så att parkering vid trafikanalyser kan behandlas samtidigt med övriga element i transportsystemet.



## 11 Fortsatt arbete och forskningsbehov

Den parkeringsvalsmodell som i detta arbete har etablerats för Göteborg City visar att det finns goda möjligheter att utnyttja Sampers- och Emme/2-systemet till analys av parkering. En nätverksbaserad modell i enlighet med den modell som presenterats kräver dock en god kännedom om bilisters parkeringstid så att en korrekt segmentering av bilresenärer kan utföras. Det finns även osäkerhetsfaktorer som kan relateras till modellens detaljnivå och förutom att simuleringsområdet troligtvis bör utökas storleksmässigt bör även känslighetstester utföras och eventuellt flera parkeringar slås ihop vid analys av modellens resultat.

Ett eventuellt fortsatt utvecklingsarbete bör dock starta med en behovsanalys där behovet för att utvärdera effekter till följd av förändringar i parkeringssituationen kartläggs. Det är troligtvis främst i större städer som parkeringssituationen är av sådan karaktär att verkligt trafikstyrande effekter kan uppstå vid förändringar i parkeringsutbudet. Utifrån de behov som en sådan undersökning skulle fastställa kan därefter kravspecifikationer för lämpliga modeller ställas upp.

Även om en nätverksbaserad modell är det som bedöms som det bästa alternativet krävs förmodligen mer undersökningar om människors parkeringsbeteende. Det finns därför starka skäl till att etablera en icke nätverksbaserad efterfrågemodell för parkeringsval som ett led i att öka kunskapen om vilka parametrar som påverkar och i vilken utsträckning de kan tänkas styra parkeringsvalet.

För att tillföra idéer och om möjligt skapa debatt kring ett fortsatt utvecklingsarbete ges i nedanstående text förslag till hur ett fortsatt arbete skulle kunna läggas upp. Det finns dels möjligheter att utveckla en nätverksbaserad modell i likhet med den presenterade medan ett annat scenario kan innebära att ett större helhetsgrepp tas och en grundlig behovsanalys utförs.

Om det bedöms som ett bra alternativ att utveckla den presenterade ansatsen föreslås arbetet ske enligt nedanstående två punkter:

1. Utveckla modellens funktioner och utvidga det nuvarande testområde till att innefatta en större del av centrala Göteborg. Öka tillförlitligheten i indata genom lokala parkerings- och resvaneundersökningar och kalibrera därefter modellen mot verkliga beläggningskurvor. I detta skede bör även en högsta detaljnivå fastställas för vilken modellens resultat kan bedömas som tillförlitliga.
2. Validering av modellen föreslås därefter ske genom applicering av modellen på en annan stad, förslagsvis Stockholm.

Om det bedöms som viktigt att utföra en grundlig genomgång av parkeringsproblematiken och modellbehov kopplade till detta föreslås nedanstående arbetsgång:

1. Grundlig behovsanalys för modeller som behandlar parkering. I denna analys bör även mindre städers samt privata enskilda parkeringsanläggningars behov kartläggas. Ett sådant helhetsgrepp gör det lättare att definiera detaljnivå på de modeller som efterfrågas samt att klargöra om synergieffekter kan uppstå till följd av datautbyte mellan modeller.
2. Definiera en hierarkisk struktur (se kap. 6.3) av modeller som bedöms lämpliga att fylla behovet.
3. Modellutveckling och parkeringsundersökningar.

## 12 Referenser

### Referenslitteratur

Axhausen K.W., (1993), Demand management: the case of parking. Lecture notes Nov.1993, Centre for Transport Studies, University of London.

Bates J., Bradley M., (1986), The CLAMP parking policy analysis model. *Traffic Engineering and Control*, **27** (1986), 410-411.

Bifulco G. N. (1993), A stochastic user equilibrium assignment model for the evaluation of parking policies. *European Journal of Operational Research*, **71** (1993), 269-287.

Bifulco G. N. (1996), Stochastic models for the simulation of parking choices: a non-network approach. *Transportation planning methods, Proceedings of Seminar E held at the PTRC European Transport Forum, Brunel University, England, 2-6 September 1996*, Volume P 404-2 (1996).

Gerhardsdotter-Grolik A., (2000), Sampers, bättre och mer användarvänligt, *Nordisk Infrastruktur*, **4** (2000), 96-97.

Göteborgs stadskansli, (1995), Statistisk årsbok Göteborg.

Henriksson P., (1999), Parkeringsbeteenden och söktrafik, En pilotstudie., VTI meddelande 878-1999, Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.

Holmberg, B., Hydén, C., m.fl., (1996), Trafiken i samhället, Grunder för planering och utformning., Studentlitteratur, Lund.

INRO, (1999), Emme/2 user's manual, Release 9.2, INRO Consultants Inc., Montreal (Quebec) Canada.

Loncar-Lucassi V. M., (1999), Bilisters strategi och beteende inför val av parkering. Utveckling av modeller., KFB-Rapport 1999:6, Kommunikationsforskningsberedningen, Stockholm.

Nour Eldin M.S., El-Reedy T.Y., Ismail H.K., 1981, A combined parking and traffic assignment model. *Traffic Engineering and Control*, **22** (1981), 524-530.

Ortúzar J.D., Willumsen L.G., (1996), Modelling transport., Wiley, Chichester.

Polak J., m.fl., (1990), The application of CLAMP to the analysis of parking policy in Birmingham city centre. *Proceedings of Seminar H held at the PTRC Transport and Planning Annual Summer Meeting, University of Sussex, England, 10-14 September 1990*, Volume P 335 (1990).

Schmidt K., (2000), Mikrosimuleringsmodellens tillämpning på parkeringsproblem, State of the art, Transek Rapport.

Skinner A., Haynes C, (1992), Birmingham City Centre Transportation Model, The concept, development and use of a multi-mode transportation model. *Traffic Engineering and Control*, Dec. 1992, 654-660.

Sundberg H, (2000), SAMPERS prognosmodell för persontransporter. *Reflexen*, 3 (2000), 8-10.

Trafikkontoret, (1994), Parkeringsundersökningar i centrala staden 1992-1993. Rapport nr 2:1994, Trafiknämnden, Göteborgs stad.

Trafikkontoret, (1994), Resvaneundersökningen 1989, Resor, färdstätt, restider. Rapport nr 6:1994, Trafiknämnden, Göteborgs stad.

Trafikkontoret, Vägverket, m.fl., (1999), Förstudie – Utvärdering av P-in Göteborg 1999, Trafikkontoret Göteborgs stad.

Trafikkontoret, Vägverket, m.fl., (2000), Efterstudie – Utvärdering av P-in Göteborg 2000, Trafikkontoret Göteborgs stad.

Transek, (1999), Storstaden och dess transporter, Flaskhalsar i transportsystemet, Transek Rapport.

Van Der Waerden, P., Oppewal, H., Timmermans, H., (1993), Adaptive choice behaviour of motorists in congested shopping centre parking lots, *Transportation*, 20 (1993), 395-408.

Young W., Thompson R.G., Taylor M.A.P, (1991), A review of urban car parking models. *Transport Reviews*, Vol.11, No.1, (1991), 63-84.

Young W., Taylor M., (1991), A parking model hierarchy, *Transportation*, 18 (1991), 37-58.

Young W., Taylor M.A.P., m.fl., (1991), CENCIMM: a software package for the evaluation of parking systems in central areas, *Traffic Engineering and Control*, April 1991, 186-193.

### **Internetkällor**

<http://www.inro.ca>

<http://www.transek.se/>

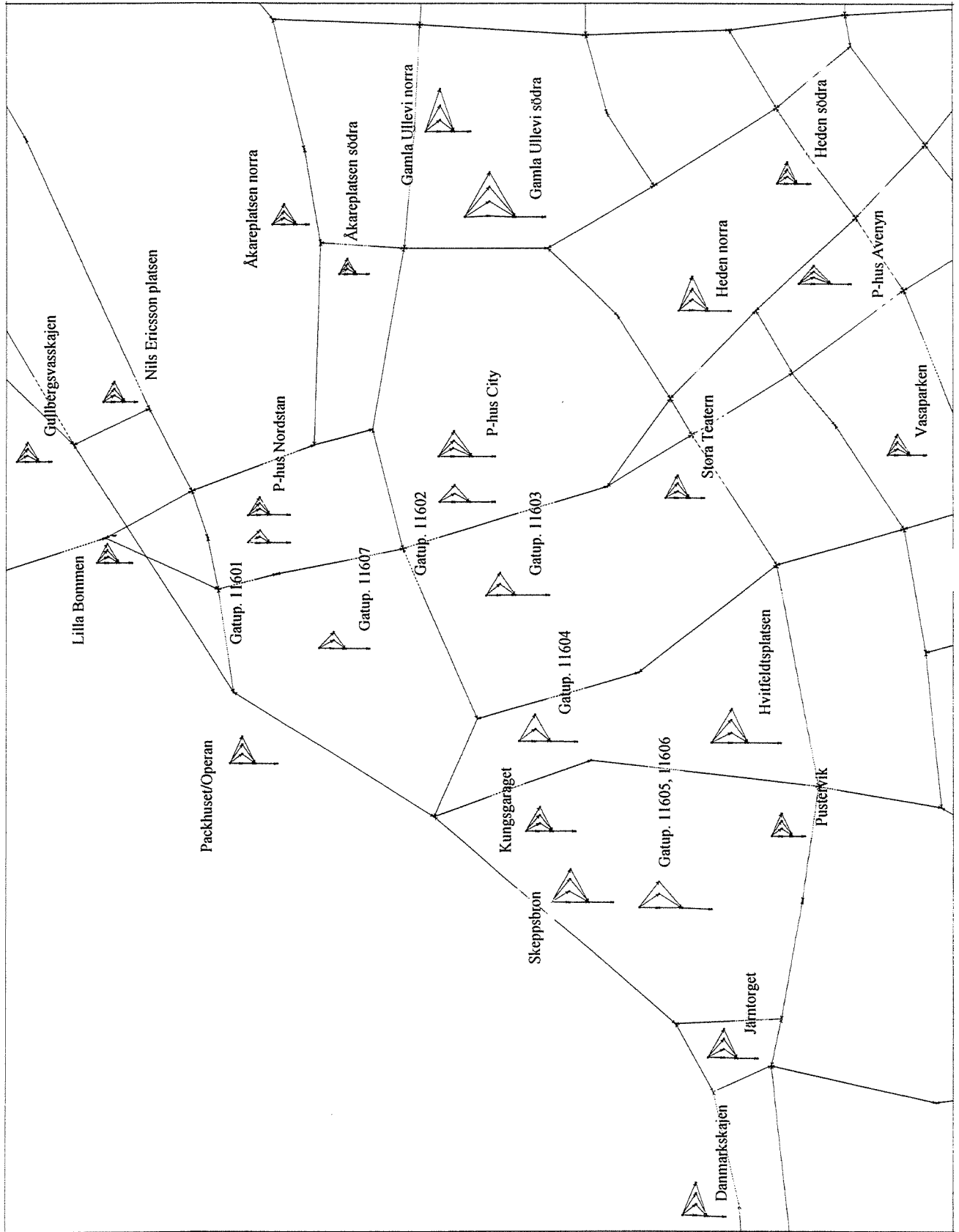
**Bilaga 1: Parkeringsplatstyper i Göteborg City enligt Trafikkontoret**

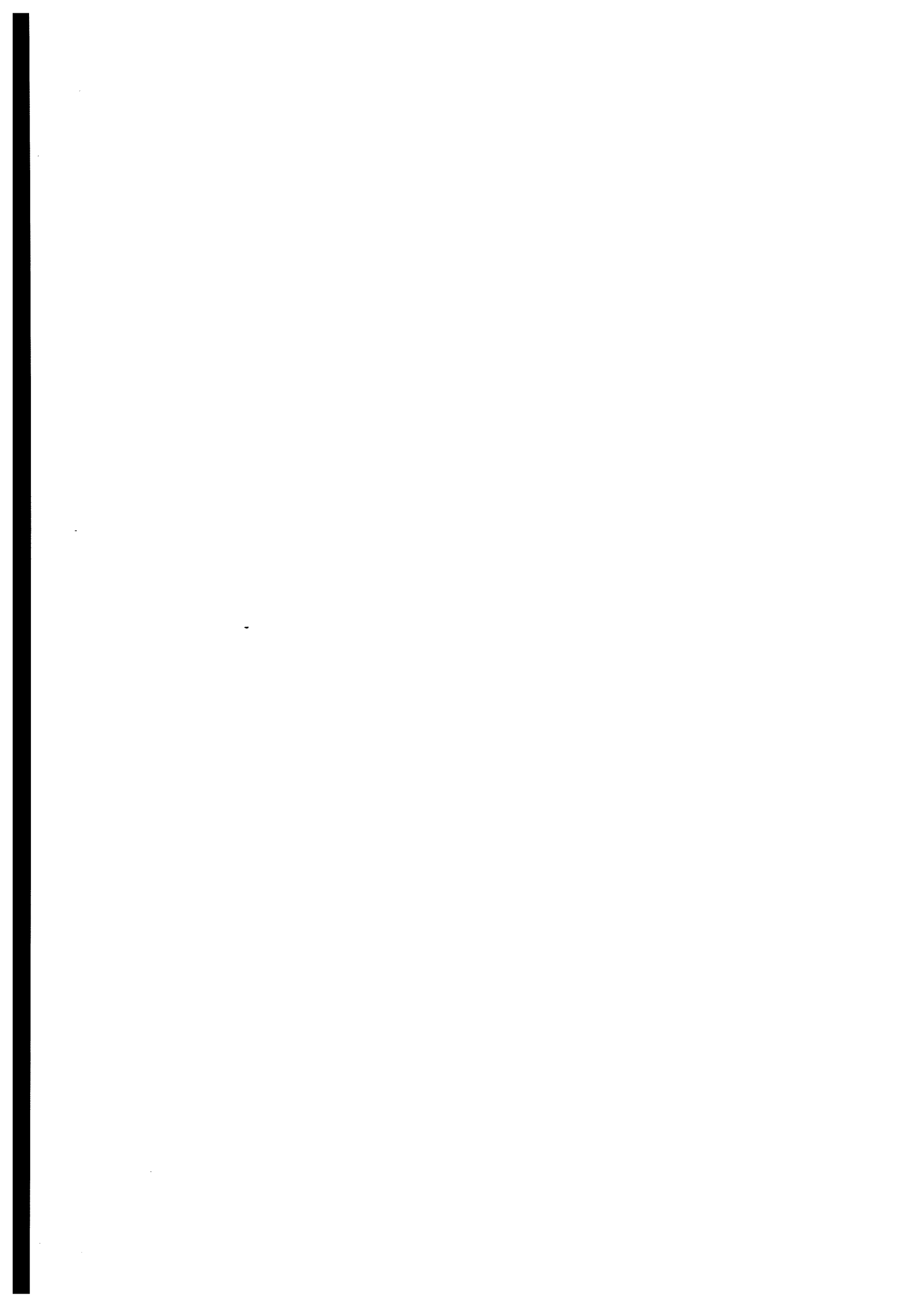
1. P-hus
2. Avgiftsbelagd p-bolaget
3. Avgiftsbelagd övriga bolag
4. Fri gatuparkering
5. Fri 10-min gatuparkering
6. Avgiftsbelagd gatuparkering med mätare
7. Avgiftsbelagd gatuparkering med automat
8. Privat markparkering
9. Privat garage
10. Handikapp
11. Konsulat
12. Lastzon
13. På-/avstigningszon
14. Parkering för enbart boende
15. Förhyrd markparkering
16. Förhyrd parkering i garage
17. Besöksparkering





**Bilaga 2: Parkeringsplatser i modellen**  
(Numrering av gatuparkeringar enligt Trafikkontoret, Göteborg)

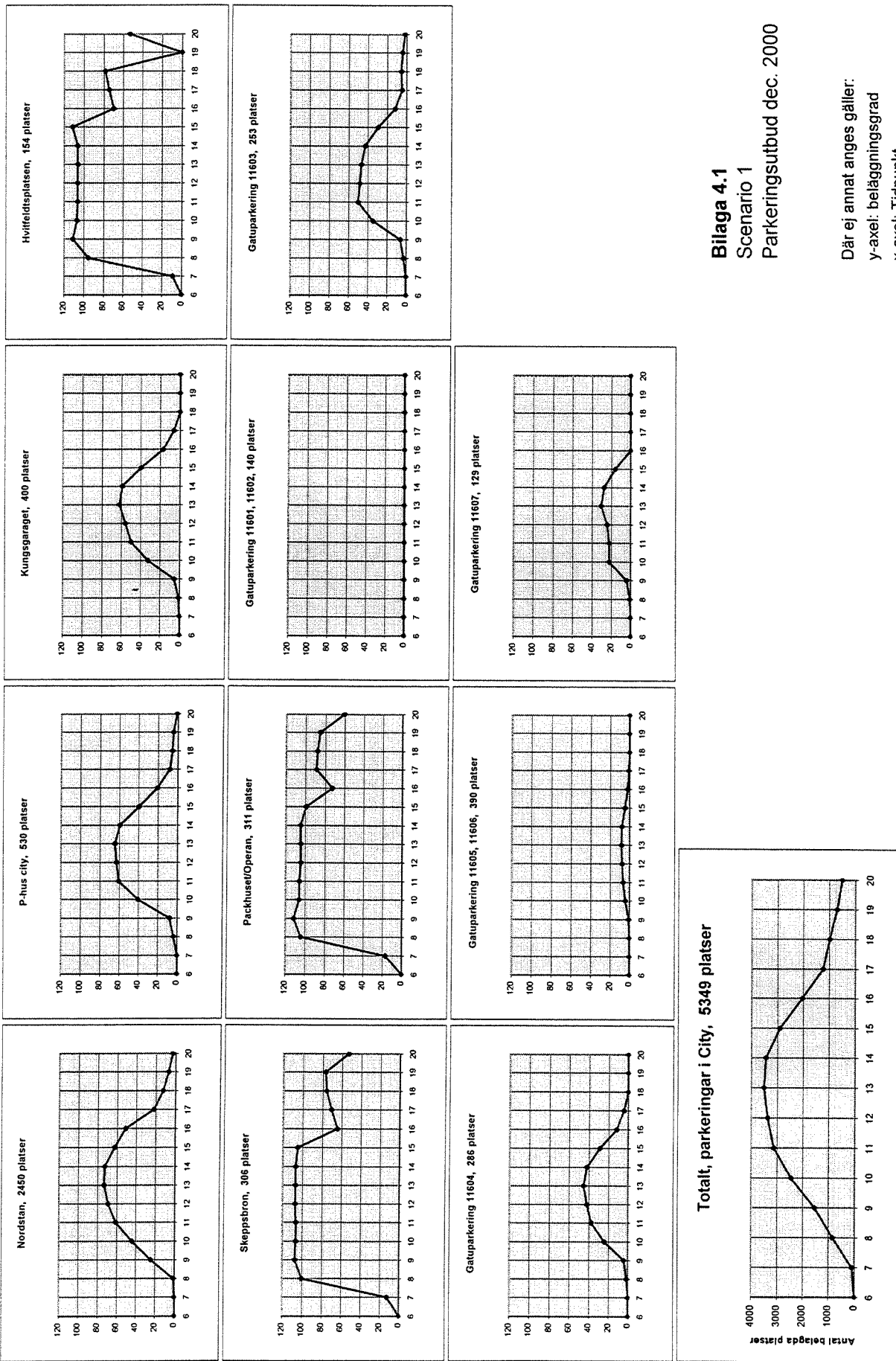




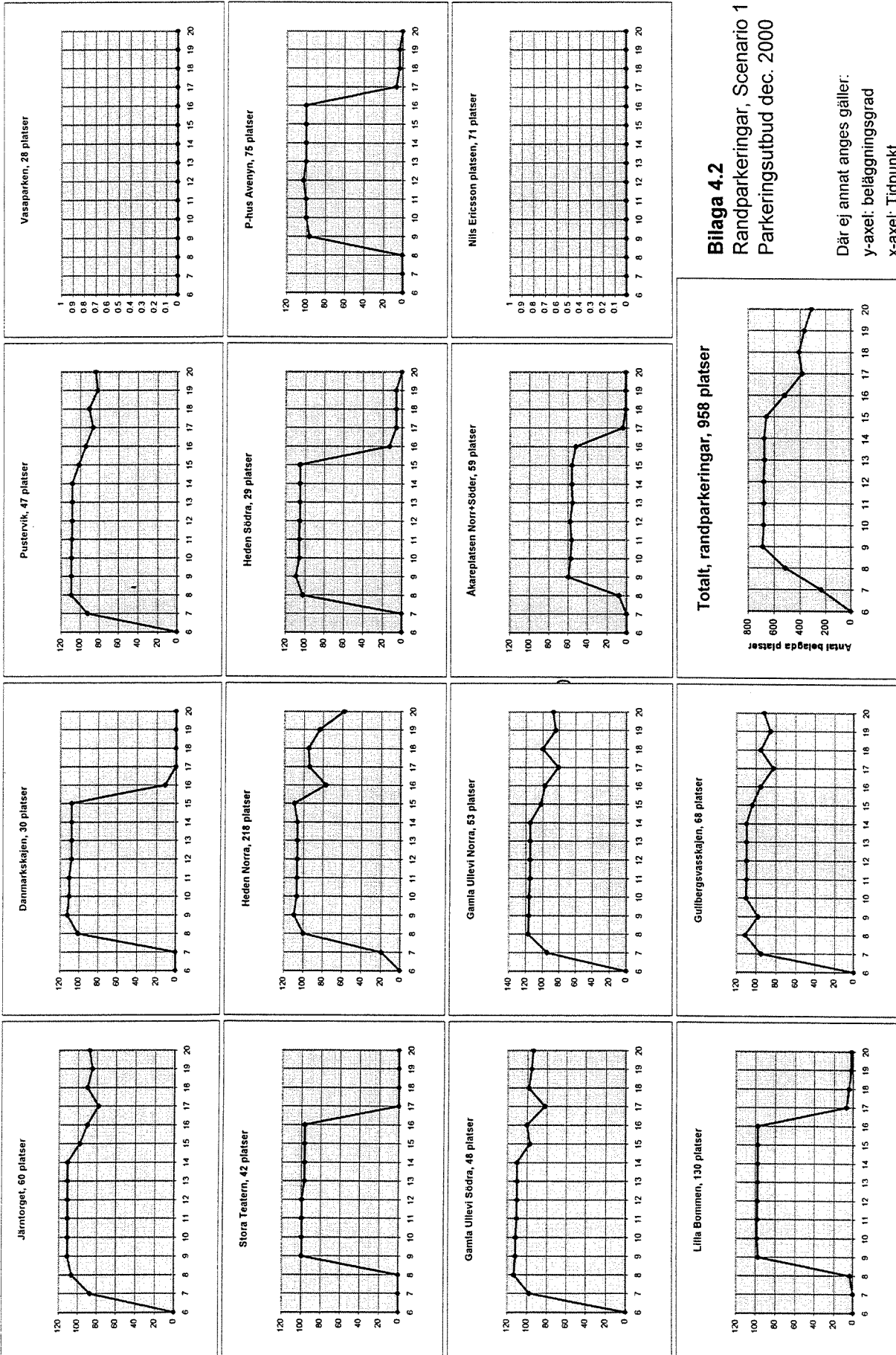
**Bilaga 3: Parkeringsavgift och antal platser för parkeringar i modellen**

Anläggning	Avgift (kr/h)	Antal platser	
P-hus Nordstan	15	2450	
P-hus City	17	530	
Kungsgaraget	20	400	
P-arken	P-tillstånd erfordras	-	
Hvitfeldtsplatsen	5	154	
Skeppsbron	5	306	
Packhuset/Operan	6	311	
<b>Gatuparkering</b>			
11601	20	24	
11602	20	116	
11607	20	129	
11603	20	253	
11604	20	286	
11605, 11606	20	390	
<b>Randparkeringar</b>			
		Antal platser i modellen	Totalt antal platser
Järntorget	3	60	181
Danmarkskajen	4	30	148
Pustervik	4	47	189
Schillerska	P-tillstånd erfordras	-	128
Vasaparken	20	28	110
Stora Teatern	15	42	125
Heden Norra	4	218	873
Heden Södra	4	29	231
P-hus Avenyn	10	75	300
Gamla Ullevi Söder	3	48	387
Gamla Ullevi Norr	3	53	427
Åkareplatsen söder	15	36	145
Åkareplatsen norr	15	23	187
Nils Ericsson platsen	20	71	285
Lilla Bommen väster	12	130	260
Gullbergsvasskajen	3	68	136







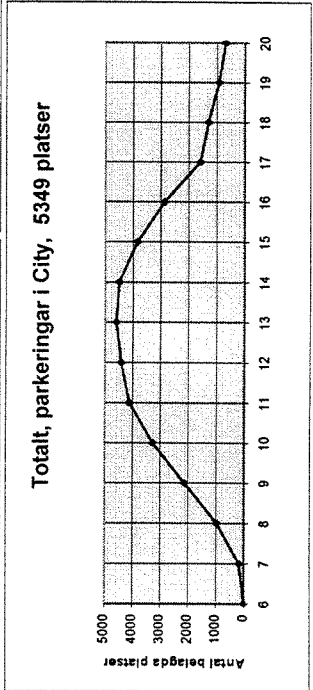
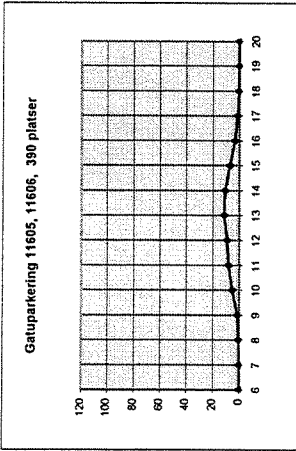
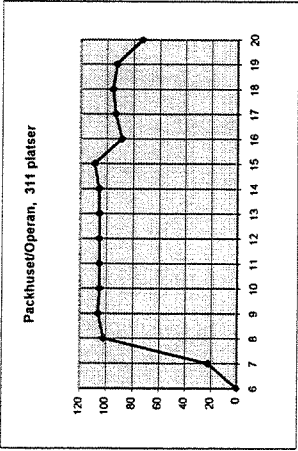
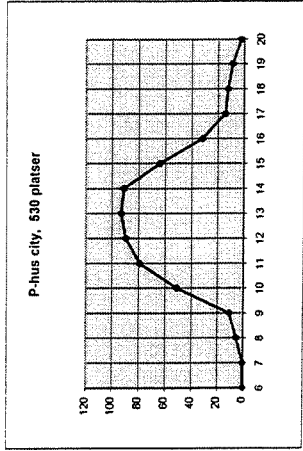
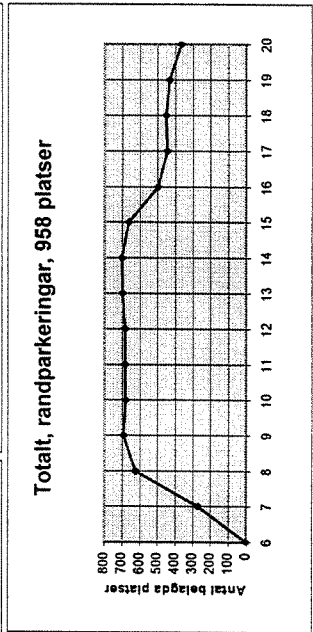
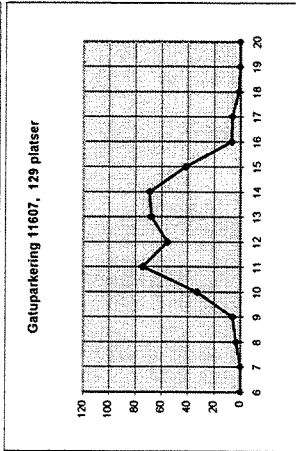
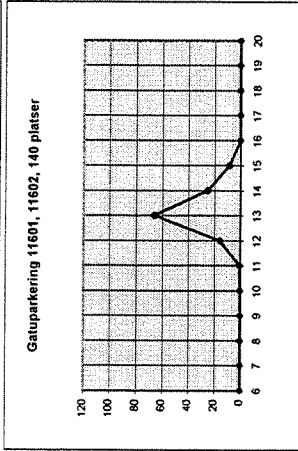
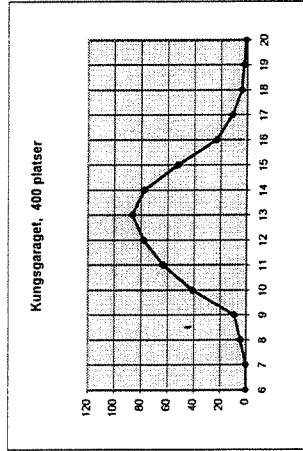
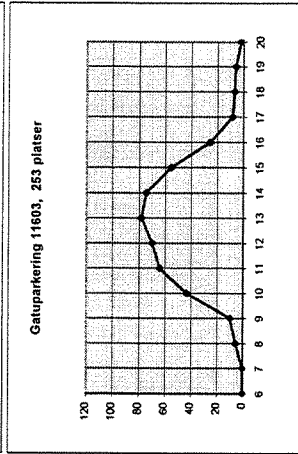
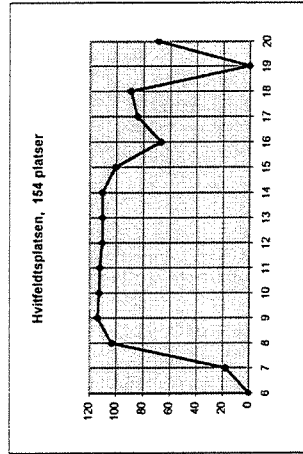


**Bilaga 4.2**  
 Randparkeringar, Scenario 1  
 Parkeringsutbud dec. 2000

Där ej annat anges gäller:  
 y-axel: belägningsgrad  
 x-axel: Tidpunkt



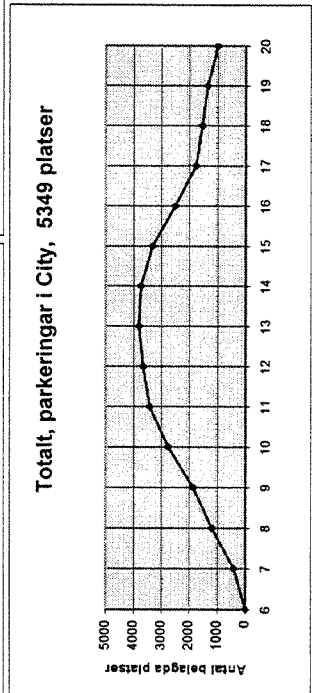
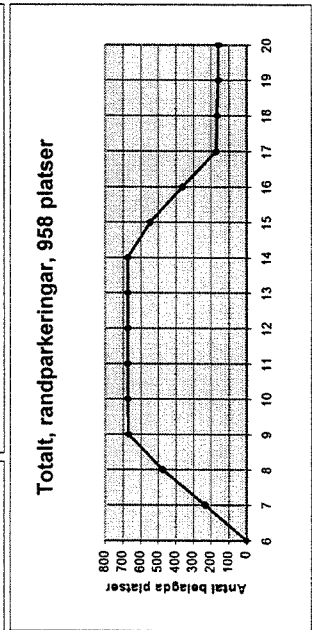
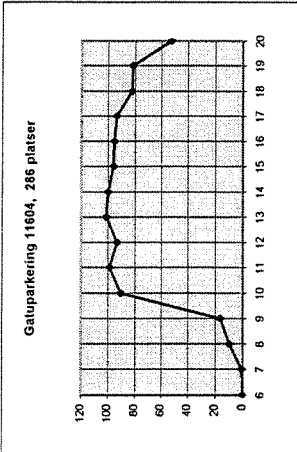
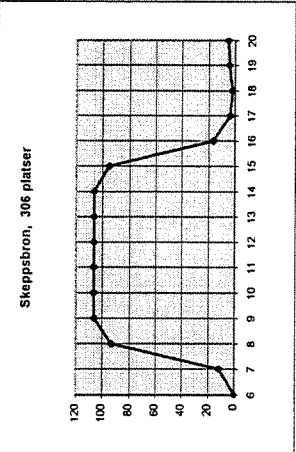
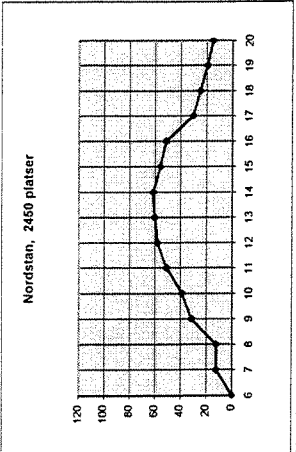
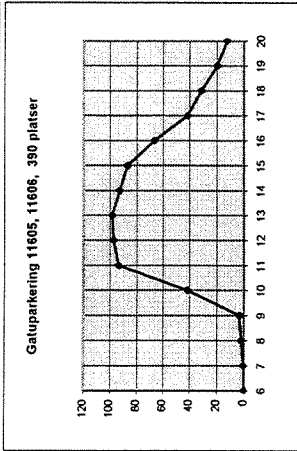
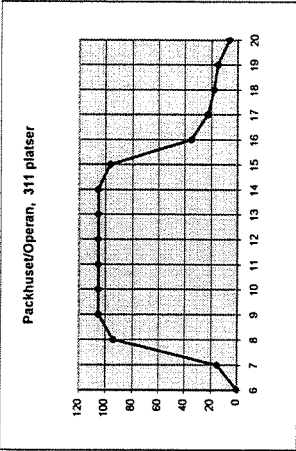
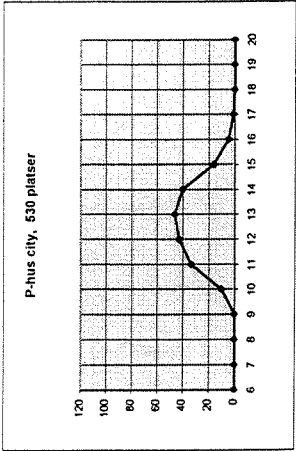
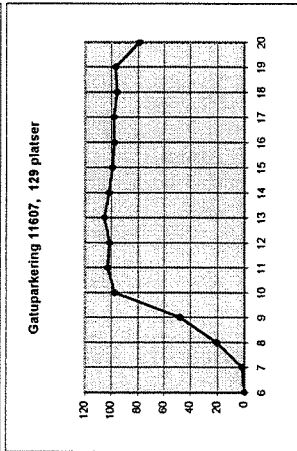
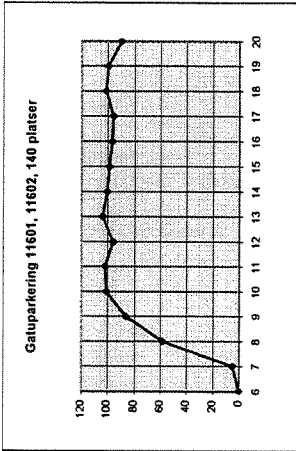
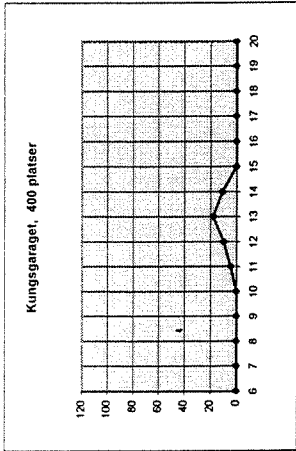
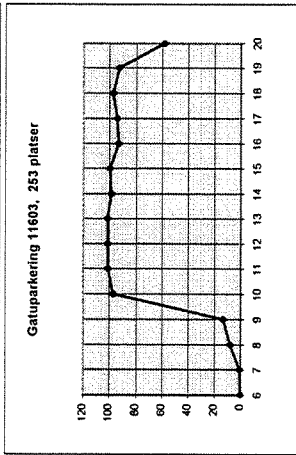
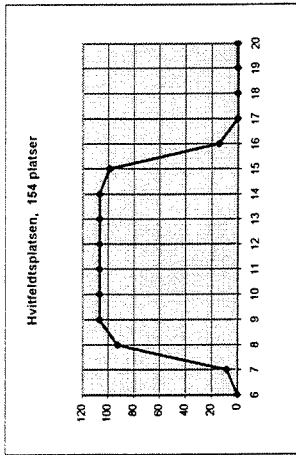




**Bilaga 5**  
 Scenario 2  
 25 % trafikökning  
 Parkeringsutbud dec. 2000

Där ej annat anges gäller:  
 y-axel: beläggningsgrad  
 x-axel: Tidpunkt

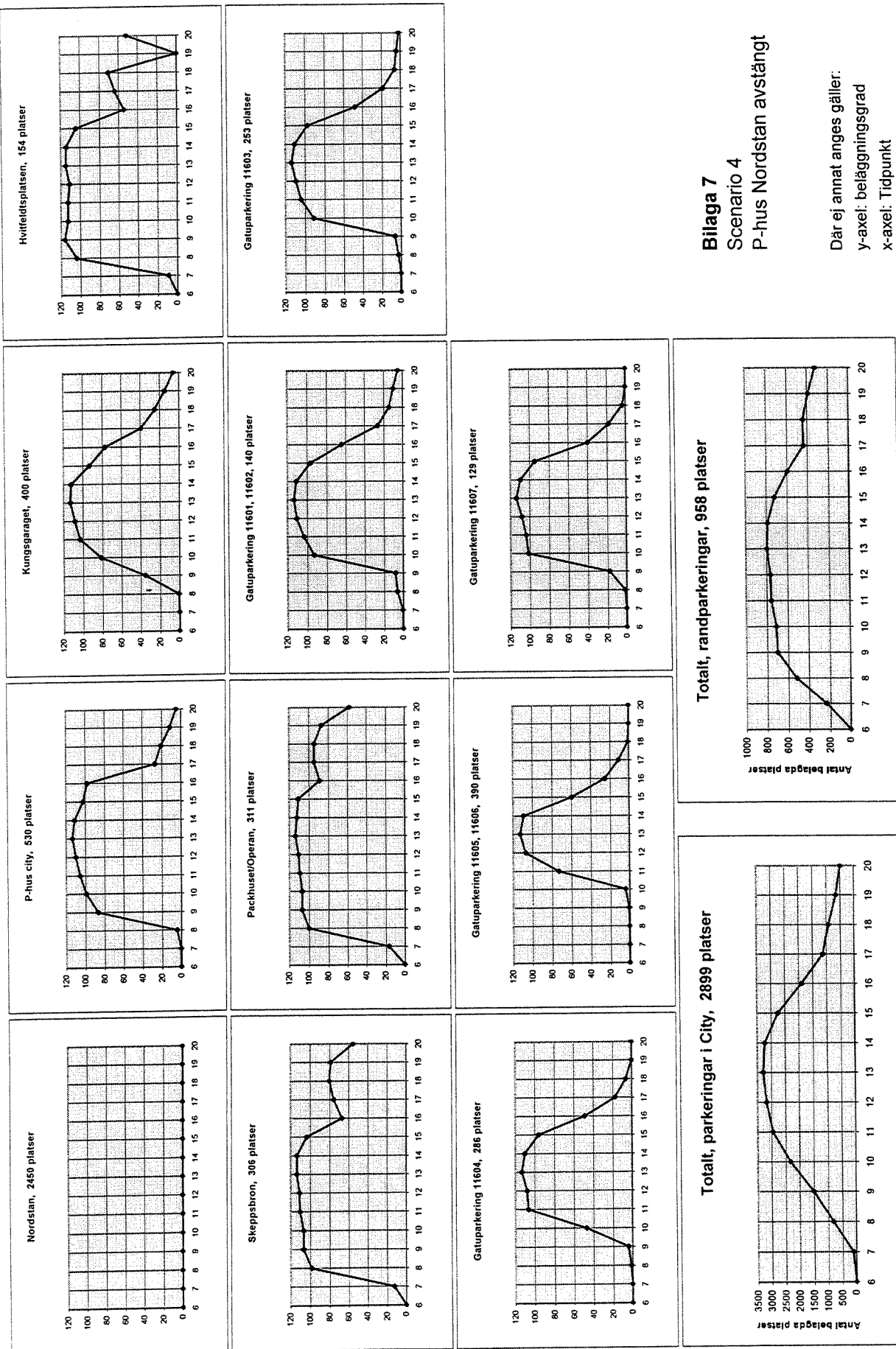




**Bilaga 6**  
**Scenario 3**  
**Gratis gatuparkering**  
**med max 4 h parkeringstid**

Där ej annat anges gäller:  
 y-axel: beläggningsgrad  
 x-axel: Tidpunkt





**Bilaga 7**  
**Scenario 4**  
**P-hus Nordstan avstängt**

Där ej annat anges gäller:  
 y-axel: belägningsgrad  
 x-axel: Tidpunkt

