



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

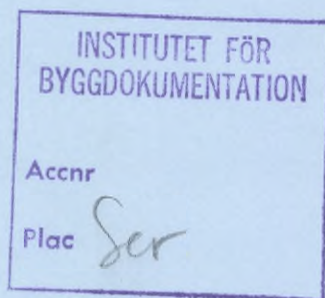
R29:1987

Trafikplanering med logitmodeller

**Sammanfattning av svenska
erfarenheter**

**Staffan Algers
Staffan Widlert**

R
avr



Byggforskningsrådet

R29:1987

TRAFIKPLANERING MED LOGITMODELLER

Sammanfattning av svenska erfarenheter

Staffan Algers
Staffan Widlert

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820098-2 från Statens råd för byggnadsforskning till AIB, Allmänna Ingenjörbyrån AB, Solna.

REFERAT

Logitmodellen antar, att sannolikheten för att en individ väljer ett visst färd-sättsalternativ beror på olika förklarande faktorer, t ex restider eller reskostnader. I Sverige har logitmodeller använts inom trafikområdet sedan början av 1970-talet. Logitmodeller kan användas inom andra samhällsområden också.

I denna rapport ges en resultatorienterad sammanfattning av forskningen kring logitmodeller och av de slutsatser som dras. Endast de viktigaste resultaten berörs. Resultatens betydelse diskuteras för vidare modell användning och modellutveckling i landet.

Projektet har utvärderat samtliga logitmodeller för persontransporter i landet. Användbara logitmodeller för arbetsresor finns utvecklade för sju orter. Modeller för inköpsresor i två orter och modeller för besöksresor endast för en ort.

En nyckelfråga har varit om modeller för en ort kan användas för att beskriva trafikanters val i en annan ort. Slutsatsen blir att detta är möjligt, förutsatt att modellen är av hög kvalitet. Resultatet visar att modellernas praktiska användbarhet ökar påtagligt - och att det är viktigare att utveckla ett fåtal bra modeller, än att utveckla lokala modeller.

I en separat rapport (Logitmodellens användbarhet och generaliserbarhet) ges en utförligare dokumentation av forskningsarbetet och dess resultat.

I Bygghökningsrådet:s rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R29:1987

ISBN 91-540-4700-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1987

INNEHÅLL

FÖRORD		5
1	SAMMANFATTNING	7
2	LOGITMODELLEN	12
2.1	Beteendeteori	12
2.2	Simultan logitmodell	14
2.3	Sekvensiell logitmodell	16
2.4	Strukturerad logitmodell	17
2.5	Svenska logitmodeller	21
3	GEOGRAFISK OCH TIDSMÄSSIG STABILITET	24
3.1	Begreppet överförbarhet	24
3.2	Uppläggnig av studien	25
3.3	Resultat	27
3.4	Rekommenderade modeller	33
4	AGGREGERINGSFELETS BETYDELSE	34
4.1	Uppräkning av urval	35
4.2	Segmentering	36
4.3	Områdesbaserade trafikprognosprogram	38
4.4	Slutsatser	38
5	ALTERNATIVMÄNGDENS BETYDELSE	40
5.1	Påkodade alternativ	40
5.2	Slumpvis begränsning av alternativ- mängden	41
5.3	Slutsatser	43
6	GÅNG- OCH CYKELALTERNATIVEN	44
6.1	Gång och cykel som alternativ i färdmedelsvalsmodeller	44
6.2	Gång- och cykelhastigheter	44
6.3	Värdering av gång- och cykeltid	45
7	VALGRUPPENS BETYDELSE	47
8	STRUKTURERADE LOGITMODELLER	48
8.1	Modellstrukturer	48
8.2	Sekvensiell estimering	49
8.3	Samtidig estimering	50
8.4	Strukturer för gång- och cykel- färdsätten	51
8.5	Slutsatser	53
9	VARIABLER SOM PÅVERKAR TRAFIKANTERNAS VAL	54
9.1	Trafikstandardvariabler	54
9.2	Socioekonomiska variabler	56
9.3	Attraktivitetsvariabler	57

10	REKOMMENDERADE VIKTER FÖR VARIABLER	59
10.1	Inledning	59
10.2	Restidskomponenter	59
10.3	Värdering av sittplats	65
10.4	Cykelbanor	66
10.5	Slutsatser och rekommendationer	66
11	TIDSVÄRDEN	68
12	ANGELÄGEN FORSKNING OCH UTVECKLING	70

Bilaga 1	Arbetsresemodeller	
2	Inköpsresemodell	
3	Besöksresemodell	

FÖRORD

Den första logitmodellen i Sverige utvecklades i Stockholm i början av 1970-talet. Modellerna har sedan dess kommit att användas flitigt i den praktiska planeringen i Stockholm. Under 1970- och 1980-talen har ytterligare ett antal modeller kommit att utvecklas på olika platser i landet. Dessa modeller har endast fått en begränsad användning utanför de projekt där de utvecklats. En viktig orsak till detta har varit att det inte varit känt vilka planeringssituationer som de tillgängliga modellerna varit giltiga för.

Projektet som dokumenteras i denna rapport behandlar logitmodellens användbarhet och generaliserbarhet. Projektets syfte är tvåfaldigt.

För det första skall projektet utgöra en lägesrapport över var vi befinner oss i dag när det gäller forskning kring logitmodeller för persontransporter. Detta syfte uppfylls genom att samtliga hittills utförda svenska projekt inom området har utvärderats. De senaste teoretiska och estimeringstekniska landvinningarna har använts för att ytterligare förbättra analysresultaten i ett par tidigare studier. På så sätt har erfarenheter av vikt för den framtida modellutvecklingen i landet vunnits. Ett viktigt syfte med projektet är att sprida denna kunskap inom landet.

För det andra skall projektet ge svar på frågan om de modeller som utvecklats för vissa platser kan vara tillämpbara även på andra platser i landet. Om detta är möjligt kan naturligtvis modellernas användbarhet öka påtagligt.

Projektet begränsar sig till att studera modeller för persontransporter. Exempelvis behandlas ej modeller för bilinnehav i rapporten.

För att uppfylla sina syften täcker projektet in följande huvudområden:

- Logitmodellens geografiska och tidsmässiga stabilitet
- Aggregeringsfelets betydelse vid prognoser
- Alternativmängdens betydelse
- Formulering av attraktivitetsvariabler
- Strukturerade logitmodeller
- Modeller för nya färdstätt
- Modeller för nya resärenden

Inom projektet har nya modellestimeringar utförts på datamaterial från

Jönköping
Västerås
Göteborg

Dessutom används och utvärderas befintliga modeller från bl a Stockholm, Uppsala, Göteborg och Nantes (i Frankrike).

Projektet redovisas i två separata rapporter.

I föreliggande rapport ges en resultatorienterad sammanfattning av forskningen och av de slutsatser som kan dras. Endast de viktigaste resultaten berörs. Dessutom diskuteras resultatens betydelse för modell-användning och modellutveckling i landet.

I en separat rapport ("Logitmodellens användbarhet och generaliserbarhet") ges en utförlig dokumentation av det forskningsarbete som utförts och de resultat som erhållits. Där redovisas utförliga referenser samt fullständiga definitioner och förutsättningar.

Projektet har genomförts av en projektgrupp bestående av Jan Colliander från Allmänna Ingenjörbyrån AB samt Staffan Algers och Staffan Widlert från TEA AB. Jan Colliander har varit ansvarig för den omfattande kompletteringen av indata för Jönköpingsmaterialet samt för den praktiska administrationen av projektet. Staffan Algers och Staffan Widlert har svarat för analyser och rapporter.

1. SAMMANFATTNING

Logitmodellen

Logitmodellen är en modell som beskriver hur beslutsenheter väljer mellan olika alternativ. I denna studie används modeller som skattats med data för enskilda individer, s k disaggregerade data.

I projektet används både simultana och strukturerade logitmodeller.

Projektet utvärderar samtliga logitmodeller för persontransporter som estimerats i landet. Användbara logitmodeller för arbetsresor finns utvecklade för totalt sju olika orter. Modeller för inköpsresor finns för två orter och modeller för besöksresor endast för en ort. Övriga resärenden saknas ännu helt.

Överförbarhet

En nyckelfråga i projektet har varit om modeller för en ort kan användas för att beskriva trafikanternas val i en annan ort. Slutsatsen är att detta är möjligt, förutsatt att modellen har hög kvalitet. Skillnaden mellan olika modeller för samma datamaterial är ofta av samma storleksordning som skillnaden mellan modeller för olika orter.

Det är normalt önskvärt att göra en viss anpassning av modellerna när de överförs.

Resultaten innebär att modellernas praktiska användbarhet ökar påtagligt. De innebär även att det är viktigare att utveckla ett fåtal bra modeller, än att utveckla lokala modeller för alla orter.

Aggregeringsfelets betydelse

Eftersom logitmodellen inte är linjär uppstår aggregeringsfel om modellen används med aggregerade data. Eftersom individvisa data ofta saknas när modellerna skall tillämpas är det vanligt att aggregerade data ändå används.

Studien visar att aggregeringsfelen kan bli betydande. Samtidigt visar det sig att dessa fel relativt enkelt kan reduceras så att storleken blir fullt acceptabel.

Den metod som främst föreslås för att minska aggregeringsfelet är - förutom att använda ett disaggregerat material när ett sådant finns tillgängligt - att göra gruppvisa prognoser, där grupperna definierats med hänsyn till värdet på vissa centrala variabler. Det har visat sig särskilt viktigt att gruppindelningen beaktar förekomsten av reseavdrag och fria parkeringsplatser.

Metoden att använda ett disaggregerat urval vid modellberäkningen löser helt aggregeringsproblemet och innebär dessutom fler fördelar. Metoden har vidareutvecklats under senare tid och resultatens detaljeringsgrad behöver ej längre begränsas av det ursprungliga urvalets storlek. Metoden är därmed idag även möjlig att använda för geografiskt detaljerade prognoser.

Alternativmängdens betydelse

Logitmodellen förutsätter kunskap om de alternativ som individen eller hushållet överväger. När modeller för många ärenden och valbeslut skall estimeras är det inte möjligt att fråga intervjupersonerna om vilka alternativ de överväger.

Studien visar att det är möjligt att i stället koda på alternativen med hjälp av olika "objektiva" kriterier. Påkodade alternativ ger t o m bättre resultat än uppgivna. En trolig förklaring till detta är att intervjupersonerna enbart rapporterar de alternativ de uppfattar som bäst, och inte alla de dåliga alternativen redan i ett tidigt skede har uteslutit som alltför dåliga. När de dåliga alternativen utelämnas minskar variationen i datamaterialet och den statistiska precisionen i estimaten minskar.

Resultaten innebär att möjligheterna att framgångsrikt estimeras stora modellsystem påtagligt ökar.

Gång- och cykelalternativ

En viktig fråga för projektet har varit om gång och cykel utan vidare kan tas med som alternativ i modellerna. Resultaten visar att så är fallet.

Resultaten för gång- och cykelalternativen visar att uppoffringen med att gå eller cykla sjunker med tidens längd. Förklaringen är sannolikt att långa gång- och cykelresor ofta företas för att få motion.

Valgruppens betydelse

De modeller som hittills estimerats i landet har ofta gällt en viss begränsad, mer eller mindre renodlad valgrupp. När modellerna skall användas vet men inte något om de individer som ej ingår i modellerna.

Resultaten visar att ett sådant förfarande kan medföra mycket stora osäkerheter och fel. Det är nödvändigt att redan vid modellutvecklingen göra klart för sig hur samtliga individer skall hanteras i prognosfasen. Resultaten ökar argumenten för att utveckla mer heltäckande modellsystem där alla grupper behandlas.

Strukturerade logitmodeller

Projektet visar att det i allmänhet är önskvärt, eller t o m nödvändigt, att samtidigt behandla flera valbeslut i modellerna. Enkla färdmedelsvalsmodeller bör således undvikas (utom möjligen för arbetsresor).

Modeller för flera val kan antingen vara simultana eller strukturerade. De strukturerade modellerna är mer generella och bör om möjligt alltid prövas.

Sekvensiell estimering av strukturerade modeller visar sig i praktiken vara svår eller omöjlig att genomföra framgångsrikt. I stället bör samtidig estimering användas. Programvara för detta finns nu tillgänglig.

Strukturer för olika färd sätt tycks inte vara motiverade för arbetsresor. För övriga resärenden kan betydelsen vara större.

Variabler som påverkar trafikanternas val

De studier som hittills genomförts i landet har framför allt gällt färdmedelsval. Studierna visar på ett antal olika variabler som påverkar trafikanternas val. De viktigaste trafikstandardvariablerna är:

bil	kollektivt	gång	cykel
åktid	åktid	gångtid	cykeltid
gångtid parkering	gångtid hpl		cykelbana
reskostnad	reskostnad		
parkeringskostnad	väntetid		
	bytestid		
	antal byten		
	sittplats		

Det är värt att särskilt poängtera vikten av att resavdragsinformation samlas in när reskostnaden för arbetsresor skall beräknas. I flera fall har det visat sig omöjligt att estimeras tillförlitliga modeller utan denna information.

De viktigaste socioekonomiska variablerna är:

kön
 ålder
 bilkonkurrens
 förvärvsarbete
 hushållsstorlek
 bil i arbetet

Attraktivitetsvariabler

Vid destinationsvalsmodeller används variabler som mäter målpunkternas attraktivitet. Teorin för logitmodellerna visar hur sådana variabler skall formuleras. De empiriska resultaten visar att det har stor betydelse att variablerna verkligen utformas på ett teoretiskt korrekt sätt.

Vikter på trafikstandardvariabler

Ett viktigt syfte med projektet är att kunna rekommendera en uppsättning vikter för olika trafikstandardvariabler. Den statistiska osäkerheten gör att det är omöjligt att fastställa dessa vikter med fullständig säkerhet. Vikterna kan därför komma att förändras i framtiden när kunskapen successivt ökar. Tills vidare föreslås dock att följande vikter används:

	Arbets- resor	Inköps- resor	Besöks- resor
Äktid	1	1	1
Väntetid	1,5	1,5	1,5
Bytestid	2	3	2
Gångtid hållplats	2	2	2
Gång- och cykeltid hela vägen	2	3	2

Resultaten visar att bytestiden värderas allt mer negativt ju längre tiden är. När väntetiden definieras som halva turtätheten innebär långa väntetider att en allt mindre del av tiden utgörs av väntetid vid hållplatsen (som värderas mycket negativt) och en allt större del av "dold väntetid" i hemmet (som värderas mindre negativt). Väntetiden värderas därför allt mindre negativt ju längre den är. Om uppdelade vikter skall användas rekommenderas följande vikter:

	Vikt väntetid	bytestid
Den del av tiden som understiger 10 min per resa	2	2
Den del av tiden som överstiger 10 min per resa	1	3

Tidsvärden

Ur modellernas åktids- och reskostnadsparametrar kan tidsvärderingen härledas. Tidsvärdena är betydligt mer stabila mellan olika undersökningar än vikterna. Följande tidsvärden rekommenderas:

	Tidsvärde kr/timme 1985 års prisnivå
Arbetsresor	18
Inköpsresor	15
Besöksresor	15

2. LOGITMODELLEN

2.1 Beteendeteori

Logitmodellen är en statistisk modell som kan användas för att beskriva hur beslutsenheter väljer mellan olika alternativ.

Modellerna är oftast disaggregerade, dvs de baseras på data för enskilda beslutsenheters beteende och ej på genomsnittliga aggregerade data för grupper av beslutsenheter.

Beslutsenheten utgörs vanligen av enskilda trafikanter, men kan också utgöras av hushåll (om hushållet väljer gemensamt) eller ressällskap. I den fortsatta framställningen antas för enkelhetens skull att beslutsenheten utgörs av individer. Resultaten är dock helt generella, oavsett hur beslutsenheten definieras.

Logitmodellen bygger på att individen handlar rationellt, att han kan rangordna tänkbara alternativ i angelägenhetsordning och att han alltid väljer det alternativ, som han finner mest önskvärt med hänsyn till sina individuella preferenser. Valet sker inom de ramar som ges av individens tillgängliga tid och inkomst. Individen försöker således maximera sin nytta inom sina tillgängliga resursramar.

Förutsättningen innebär dock inte att individen alltid väljer det objektivt sett "bästa" alternativet. Exempelvis kan bristande information leda till att individen uppfattar "fel" alternativ som bäst och alltså därför väljer detta.

I ekonomisk teori tänks konsumenten vanligen efterfråga en viss mängd av en viss vara eller nyttighet. Individens efterfrågefunktion är kontinuerlig; exempelvis leder en marginell prisförändring till en marginell efterfrågeförändring. Mot varje pris svarar således en viss bestämd efterfrågan. Denna teori kan inte direkt tillämpas för att studera efterfrågan inom trafikområdet. Individens efterfrågan inom detta område kännetecknas nämligen i allmänhet av att den är diskret till sin natur, inte kontinuerlig.

Om vi exempelvis betraktar valet av färd sätt så leder en prisförändring på ett färd sätt antingen till att individen byter färd sätt, eller också till att han fortsätter att använda samma färd sätt som tidigare. En marginell prisförändring för ett färd sätt leder således på individnivå inte till en marginell efterfrågeförändring. I stället för att beskriva hur en viss efterfrågan kontinuerligt förändras, kommer vi därför att behandla ett val mellan ett ändligt antal ömsesidigt uteslutande handlingsalternativ.

Flera olika valsituationer är aktuella inom trafikområdet. I detta kapitel begränsar vi oss dock för enkelhetens skull till att diskutera färdmedelsvalsmodeller och destinationsvalsmodeller. De förda resonemangen och de visade modellerna är enkla att generalisera till övriga valbeslut.

Låt oss anta att en viss individ n har J olika alternativ att välja mellan. Vi betecknar alternativen $j = 1, 2, 3, \dots, J$. Varje alternativ kan vara t ex en resa till ett visst färdmål, en resa med ett visst färd sätt till ett visst färdmål osv. Olika individer kan ha olika alternativ (och olika antal alternativ) att välja mellan.

Vi har redan förutsatt att individen väljer det alternativ som han upplever som bäst. Detta kan också uttryckas som att individen väljer det alternativ som maximerar hans nytta (minimerar hans uppoffring).

Individens nytta av ett visst alternativ beror naturligtvis på alternativets egenskaper, dvs nyttan är en funktion av egenskaperna. Med formelspråk kan vi skriva:

$U(X_{in})$ = individ n :s nytta av alternativ i

X_{in} = egenskaper hos alternativet i för individ n ,
 t ex tider och kostnader

Alla egenskaper hos ett alternativ kan inte observeras och mätas. Vi skriver därför om nyttan som:

$$U(X_{in}) = V(X_i) + \epsilon_{in}$$

där $V(X_i)$ speglar individens mätbara nytta av alternativ i . $V(X_i)$ är oberoende av individ, dvs en viss restid eller reskostnad ger lika stort bidrag till $V(X_i)$ oberoende av vilken individ det gäller (förutsättningen kan dock om så är lämpligt antas gälla endast för en viss grupp av individer).

ϵ_{in} speglar alla de egenskaper hos alternativet och alla de egenskaper hos individen som ej kunnat observeras och mätas. ϵ_{in} orsakas således av:

- o utelämnade variabler (egenskaper)
- o mätfel (t ex inexakta restider)
- o individens personliga smak och erfarenhet (olika individers olika värdering av X_i -variablerna)

Eftersom individen alltid antas välja det alternativ som han uppfattar vara bäst, kan sannolikheten för att en viss individ n väljer alternativ i skrivas:

$$P_{in} = P[U(X_{in}) > U(X_{jn})] \text{ för alla } j \text{ skilda från } i$$

dvs sannolikheten för att ett visst alternativ väljs är lika med sannolikheten för att det alternativets nytta är större än nyttan för övriga alternativ som individen har. Uttrycket kan även skrivas:

$$P_{in} = P[V(X_{in}) + \epsilon_{in} > V(X_{jn}) + \epsilon_{jn}] \text{ för alla } j \text{ skilda från } i$$

Olika antaganden om fördelningen för slumptermerna leder fram till olika modeller. Den matematiska härledningen är komplicerad (se Domencich och McFadden, 1975) och utelämnas därför här.

Om ϵ -termerna antas vara oberoende och identiskt lika Weibull-fördelade erhålls logitmodellen. Weibull-fördelningen har formen

$$f(x) = e^{-e^{-x}}$$

Att anta att ϵ -termernas fördelning är oberoende, innebär detsamma som att anta att det inte finns beroenden mellan slumptermerna för olika alternativ. Sådana beroenden kan t ex uppstå om mätfel för variabler särskilt gäller vissa alternativ, eller vid ofullständig modellspecifikation.

Antagandet om identisk fördelning innebär (åtminstone i princip) att s k smakvariation ej tillåts explicit. I realiteten kan dock smakvariation ofta hanteras i logitmodellen genom att estimeras separata modeller för olika grupper.

Logitmodellen

Följande tre typer av logitmodeller behandlas:

- o simultan logitmodell
- o sekvensiell logitmodell
- o strukturerad logitmodell

Den sekvensiella logitmodellen används sällan eller aldrig i praktiken men beskrivs, eftersom den underlättar förståelsen av den strukturerade logitmodellen.

2.2 Simultan logitmodell

Med antagandet om oberoende och lika Weibull-fördelning för slumptermerna ϵ erhålls den simultana logitmodellen:

$$P_i = \frac{e^{V(X_i)}}{\sum_j e^{V(X_j)}}$$

där P_i = sannolikheten att en viss individ väljer alternativet i

e = basen för den naturliga logaritmen

$$\sum_j e^{V(X_j)} = \sum_{j=1}^J e^{V(X_j)} = e^{V(X_1)} + e^{V(X_2)} + \dots + e^{V(X_J)}$$

J = antalet alternativ

$V(X_i)$ = individens mätbara nytta av alternativ i

X_i = egenskaper hos alternativet, t ex tider och kostnader

Logitmodellen innebär således att sannolikheten för att välja ett visst alternativ beror av nyttan för detta alternativ i förhållande till nyttorna för samtliga alternativ som individen överväger.

Ett specialfall av den simultana logitmodellen inträffar när vi endast önskar studera valet mellan två alternativ:

$$P_1 = \frac{e^{V(X_1)}}{e^{V(X_1)} + e^{V(X_2)}}$$

Formeln kan då även skrivas:

$$P_1 = \frac{e^{V(X_1) - V(X_2)}}{e^{V(X_1) - V(X_2)} + 1} = \frac{e^{V(X)}}{1 + e^{V(X)}}$$

eller

$$P_1 = \frac{1}{1 + e^{V(X_2) - V(X_1)}} = \frac{1}{1 + e^{-V(X)}}$$

där $V(X) = V(X_1) - V(X_2)$

Modellen för val mellan två alternativ brukar kallas för den binära logitmodellen.

Alternativen i logitmodellen behöver inte vara begränsade till en dimension, som t ex färd-sätt. Vill man studera både val av målområde och val av färd-sätt, kan man låta alternativen utgöras av val av

visst färd sätt (m) till visst målområde (d). I den simultana logitmodellen beräknas alltså sannolikheten för val av färd sätt och destination i ett enda steg. Modellen kan skrivas på följande sätt:

$$P_{md} = \frac{e^{V(X_{md})}}{\sum_{md} e^{V(X_{md})}}$$

2.3 Sekvensiell logitmodell

Det kan visas att den simultana modellen kan skrivas om (rent matematiskt) som två separata modeller där den första uttrycker sannolikheten att välja ett visst färd sätt givet en viss destination, $P_{m/d}$, och den andra uttrycker sannolikheten att välja en viss destination, P_d . Detta innebär endast att man utnyttjar likheten $P_{md} = P_{m/d} * P_d$.

$$P_{m/d} = \frac{e^{V(X_{m/d})}}{\sum_m e^{V(X_{m/d})}}$$

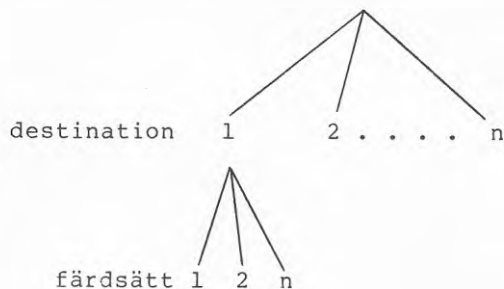
$$P_d = \frac{e^{V(X_d)} + \log \sum_m \exp(V(X_{m/d}))}{\sum_d e^{V(X_d)} + \log \sum_m \exp(V(X_{m/d}))}$$

där $P_{m/d}$ = sannolikheten att välja färd sättet m givet destinationen d

$$\exp(V(X)) = e^{V(X)}$$

$$\log \sum_m \exp(V(X_{m/d})) = \text{logaritmen för nämnaren i färdmedelsvalsmodellen} = \text{logsumvariabeln}$$

För att beräkna P_d måste först $V(X_{m/d})$ beräknas, vilket alltså innebär en viss beräkningssekvens. Grafiskt kan sekvensen illustreras på följande sätt:



Färdmedelsvalets inverkan på destinationsvalet överförs mellan modellerna av logsumvariabeln.

Den omvända sekvensen, dvs

$$P_{md} = P_{d/m} * P_m$$

är teoretiskt likvärdig, men innebär naturligtvis att beräkningsgången blir annorlunda.

Denna modell kallas för sekvensiell logitmodell. Modellen innebär dock inte att valsituationen behöver uppfattas som sekvensiell, dvs att de olika valen skulle ske i en viss ordning. Som redan inledningsvis konstaterats är den sekvensiella modellen endast en rent matematisk omformulering av den simultana modellen. Modellen estimeras dock i två steg.

2.4 Strukturerad logitmodell

Både den simultana och den sekvensiella modellen har egenskapen att valet mellan två alternativ förutsätts vara oberoende av övriga alternativ (Independence of Irrelevant Alternatives, ofta förkortat IIA).

Oberoendet av övriga alternativ framgår av den vanliga multinomiala modellen

$$P_i = \frac{e^{V(X_i)}}{\sum_j e^{V(X_j)}}$$

för valet mellan ett antal olika alternativ. Om vi bildar kvoten mellan sannolikheterna för att välja alternativ 1 och 2, P_1 respektive P_2 , erhålls

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{e^{V(X_1)}}{e^{V(X_2)}} = e^{V(X_1) - V(X_2)}$$

dvs den relativa sannolikheten för att välja de två alternativen är helt oberoende av övriga alternativ.

Egenskapen innebär bl a att förändringar i ett visst alternativ alltid leder till att alla övriga alternativ påverkas lika mycket procentuellt. Om exempelvis ett nytt alternativ introduceras som får en marknadsandel på 10 %, så kommer alla andra alternativ att minska sin andel med 10 % vardera. Egenskapen gäller för varje enstaka individ. De summerade andelarna för ett antal individer, vars andelar i utgångsläget är olika, behöver ej ändra sig lika mycket för varje alternativ.

IIA-egenskapen är förknippad med såväl för- som nackdelar. En fördel är att modeller kan estimeras genom att studera betingade val i en liten delmängd av hela alternativmängden. Ett exempel på detta är modeller för valet mellan bil och kollektiva färdssätt, där övriga färdssätt (t ex gång och cykel) ej behandlas.

En annan fördel är att effekten av nya alternativ enkelt kan analyseras genom att det nya alternativet adderas till nämnaren i modellen.

Nackdelen utgörs främst av att prognoserna blir felaktiga om det nya alternativet konkurrerar hårdare med "likartade" alternativ jämfört med mindre likartade.

Som exempel brukar anföras en situation med ett bil- och ett bussalternativ, som i ett utgångsläge väljs av 50 % var. Introduceras en ny busslinje med samma egenskaper som den gamla, dvs samma gång- och åktider (enda skillnaden är färgen på bussen, röd respektive blå), men med olika hållplatser, kommer enligt logitmodellen resultatet bli att en tredjedel väljer respektive alternativ. Eftersom det nya bussalternativet egentligen är identiskt med det gamla förväntar man sig i verkligheten inte någon överströmning från bil till buss. Detta problem kan lösas med en strukturerad modell. Exemplet visar alltså på en benägenhet att överskatta alternativ som uppfattas som lika.

Från en mer generaliserad modelltyp (den generaliserade extremvärdesmodellen) går det att härleda den sk strukturerade logitmodellen, som inte nödvändigtvis karaktäriseras av IIA-egenskapen. Även denna modell kan formuleras sekvensiellt (utan att för den skull trafikanterna behöver göra valen i en viss sekvens).

Om vi återigen betraktar en modell för destinations- och färdmedelsval får den följande form:

$$P_{m/d} = \frac{e^{V(X_m/d)}}{\sum_m e^{V(X_m/d)}}$$

$$P_d = \frac{e^{V(X_d)} + W \log_m^{\sum} \exp(V(X_m/d))}{\sum_d e^{V(X_d)} + W \log_m^{\sum} \exp(V(X_m/d))}$$

Den rent matematiska skillnaden jämfört med den sekvensiella modellen utgörs av parametern W i den andra formeln.

Parametern W estimeras på samma sätt som övriga parametrar i modellen. Storleken på W avgörs av varian-

serna hos slumptermerna på de olika nivåerna, dvs varianserna hos ϵ_d och ϵ_m för destinations- respektive färdmedelsvalsmodellerna i vårt exempel:

$$W = \sqrt{\frac{\text{var}(\epsilon_m)}{\text{var}(\epsilon_d)}}$$

Om W är lika med ett, är modellen identisk med den sekvensiella logitmodellen och därigenom rent matematiskt även identisk med den simultana modellen. Om program för samtidig estimering av strukturerade modeller ej finns tillgängligt bör modellen för att utnyttja datamaterialet på bästa sätt estimeras i form av en simultan modell. Om en W -parameter nära ett erhålls när en strukturerad logitmodell estimeras sekvensiellt, bör den således estimeras om som en simultan modell.

När W ligger mellan noll och ett, används den strukturerade logitmodellen. Modellen kännetecknas då inte längre av IIA-egenskapen mellan olika nivåer i modellhierarkin. Inom varje nivå gäller dock IIA-egenskapen.

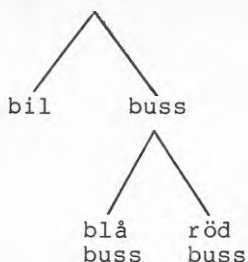
Parametern får ej vara större än ett. Om W är större än ett, blir nämligen korselasticiteten för val av ett visst alternativ med avseende på nyttoökningar i övriga alternativ inte negativ. Detta innebär att förbättringar som endast gäller ett visst alternativ kan leda till att även andra alternativ enligt modellen får en ökad valsannolikhet (i stället för en minskad, vilket sker i verkligheten).

I stället för att uppdelningen i två modeller ses enbart som en godtycklig beräkningssekvens (som i den sekvensiella logitmodellen) får nu uppdelningen karaktär av en struktur, där de olika nivåerna i beräkningshierarkin utgörs av alternativtyper som är sinsemellan likartade.

Precis som i den sekvensiella modellen förs inverkan av valen och valsituationerna på undre nivåer vidare genom logsumvariabeln. I och med kopplingen via logsumvariabeln tas alltså hänsyn till att de olika valen påverkar varandra och den valda strukturen innebär inte något antagande om att valen skulle ske i någon speciell ordning.

Låt oss återvända till exemplet med de röda och blå bussarna. I detta fall skulle en strukturerad modell lämpligen formuleras så att valet mellan röd och blå buss behandlas på en lägre nivå i modellen. På den högre nivån behandlas då valet mellan bil och buss (med färgen obestämd):

Modellstruktur



Om de röda och blå bussarna verkligen upplevs som helt lika av trafikanterna, kommer detta att medföra att W blir noll (eller nära noll) vid modellestimeringen. På den högre nivån försvinner därmed logsumtermen (åtminstone nästan) och fördelningen mellan bil och buss blir fortfarande 50-50 efter att den nya bussen introducerats (precis som vi väntade oss).

Vid en strukturering enligt ovan kommer W att spegla graden av likhet mellan alternativen. $W = 1$ ger den övre gränsen för den möjliga effekten av ett nytt alternativ (om det upplevs som ett helt fristående alternativ) och $W = 0$ den undre gränsen (om alternativet upplevs som identiskt med ett tidigare alternativ). Det kan noteras att den simultana (och sekvensiella) modellen implicit innebär att $W = 1$, dvs dessa modeller tenderar att överskatta effekten av likartade alternativ.

Jämfört med den vanliga logitmodellen innebär den strukturerade modellen inga större beräkningsmässiga problem.

Tills helt nyligen har man varit hänvisad till att estimerera modellen stegvis. Vid estimeringen börjar man då med den lägsta nivån, precis som vid en vanlig logitkörning. Därefter bildas logsumtermen som en ny variabel, och estimering av nästa nivå genomförs, med logsumtermen som en av variablerna.

Nackdelen med den stegvisa estimeringen är dels att variationen i datamaterialet utnyttjas dåligt, dels att den statistiska osäkerheten i parameterestimaten successivt fortplantas uppåt i modellhierarkin.

Under 1985 har det första programmet för samtidig estimering av samtliga parametrar i strukturerade modellsystem blivit tillgängligt.

2.5 Svenska logitmodeller

Arbetsresor

Utvecklingen av logitmodeller i Sverige har framför allt gällt modeller för arbetsresor. Följande modeller har hittills givit praktiskt användbara resultat:

Studie	Ort	År
AKU	Stockholm	1968
AIB	Uppsala och Västerås	1974
VBB	Stockholm	1980/1981
SBK	Göteborg	1982
GS	Göteborg	1982
SOLL	Sollentuna	1977
TULT	Uppsala län	1982

Förkortningarna i tabellen anknyter antingen till studiernas namn, till orten, eller till det organ som genomfört studien.

Samtliga studier utom Sollentunastudien avser färdmedelsval. Sollentunastudien gäller valet mellan olika kollektivtrafikmedel. Samtliga studier utom TULT-studien avser tätortsförhållanden. TULT-studien gäller resor på landsbygden runt omkring Uppsala.

De flesta modellerna avser enbart val mellan två olika alternativ. VBB-modellerna innehåller dock förutom bil- och kollektivalternativ även ett infartsparkeringsalternativ. GS-modellerna avser valet mellan bil, kollektivt, gång och cykel. GS-modellerna har vidareutvecklats inom föreliggande projekt.

Inköpsresor

Endast två studier har avsett trafikanternas valsituation vid inköpsresor. Datamaterialen avsåg resor i Västerås 1975 och i Jönköping 1979. Båda studierna avsåg valet av färdmedel och målpunkt vid inköpsresor. Färdmedelsalternativen var i båda fallen bil, kollektivt, gång och cykel. Målpunktsalternativen var olika inköpsställen för daglig- och sällanvaruinköp. Projektet har utgjort modelldelen av Jönköpingsundersökningen. Dessutom har Västeråsmodellerna vidareutvecklats inom projektet.

Övriga resor

Mycket få svenska studier har försökt estimerar modeller för andra resor än arbets- och inköpsresor. Inom projektet har färdmedelsvalsmodeller för besök i an-

nans bostad estimerats för Jönköpingsmaterialet (övriga service- och rekreationsresemodeller som testats fick låg kvalitet).

I samband med studien av fasta förbindelser över Öresund estimerades modeller för val av färdssätt på land och val av överfartsställe. Dessa modeller omfattade alla restyper, segmenterade på fyra restyper.

Pågående forskning

För närvarande pågår vid Lunds universitet två projekt som utnyttjar logitmodeller. Det ena projektet studerar färdmedelsvalet vid arbets- och inköpsresor. Intresset är speciellt knutet till de faktorer som påverkar cyklandet.

Det andra projektet studerar valet mellan bana och buss vid arbetsresor mellan Lund och Malmö.

Båda projekten i Lund beräknas avslutas under 1986.

I Stockholm pågår en mycket omfattande studie som syftar till att bygga upp ett modellsystem som är så fullständigt som möjligt när det gäller både valbeslut och alternativ. Projektet kallas RVU 86/87. En resvaneundersökning genomförs våren 1986 - våren 1987. Modellutvecklingen beräknas börja under slutet av 1986. Modellsystemets omfattning beskrivs i följande figur:

Val-situation	Ärende			
	Arbete	Inköp	Service	Re-kreation
färdmedel	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller
destination	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller
frekvens	delvis nya modeller, behandlas delvis	delvis nya modeller, behandlas delvis	delvis nya modeller, behandlas delvis	delvis nya modeller, behandlas delvis
individ	ingår ej i modellsystemet	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller
reskedja	delvis nya modeller, behandlas delvis	delvis nya modeller, behandlas delvis	delvis nya modeller, behandlas delvis	delvis nya modeller, behandlas delvis
tidpunkt	delvis nya modeller, behandlas delvis	delvis nya modeller, behandlas delvis	delvis nya modeller, behandlas delvis	delvis nya modeller, behandlas delvis
Överordnade:				
bilinnehav	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller
bilallokering	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller
körkort	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller
biljettyp	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller	delvis nya modeller

Figur Modeller som ingår i modellsystemet

Som framgår av figuren är syftet att bygga upp ett modellsystem som är så heltäckande som möjligt.

De modeller som ej ingår i systemet gäller antingen val som är svåra att behandla modellmässigt, eller val som är mindre relevanta. Exempelvis är en rekreationsresa knappast utbytbar mellan olika hushållsmedlemmar och en arbetsresa är normalt bunden till både individ och frekvens.

3. GEOGRAFISK OCH TIDSMÄSSIG STABILITET

Att utveckla en modell kräver en betydande insats av både tid och pengar. Som vi visat i föregående kapitel finns det användbara modeller för några platser i landet. På de allra flesta orter saknas det dock modeller.

Modellernas användbarhet skulle naturligtvis öka drastiskt om modeller från en ort kunde användas på andra orter. För att detta skall vara möjligt krävs att modellen är geografiskt stabil, eller med andra ord att modellen är överförbar.

En förutsättning för att en modell som utvecklats vid en viss tidpunkt skall kunna användas för långsiktiga prognoser är naturligtvis att de samband som modellen fångar in är stabila över tiden. Även stabilitet över tiden är således en nyckelfråga för trafikmodeller.

Avsikten med detta avsnitt är att ge ett svar på frågorna om logitmodellens geografiska och tidsmässiga stabilitet. I rapporten använder vi begreppen stabilitet och överförbarhet synonymt.

3.1 Begreppet överförbarhet

Man kan se på frågan om överförbarhet på två principiellt olika sätt.

Det första synsättet innebär att man vill testa om en modell som utvecklats för en viss tid och plats även är "sann" för en annan tid eller plats. Detta innebär att man vill testa om modellen skulle kunna vara identisk med en modell som utvecklades för denna nya tid eller plats. Eftersom modellerna alltid skattas med en viss osäkerhet innebär detta att vi testat hypotesen att två modeller från olika orter kan vara identiska, givet den osäkerhet de skattats med. En rad utländska överförbarhetsstudier har haft detta synsätt.

Det andra synsättet innebär att modellen redan på sin ursprungsort enbart betraktas som en approximation av verkligheten. En lång rad av de faktorer som påverkar trafikanternas val är svåra eller omöjliga att fånga in i modellerna, alla datamaterial innehåller brister av något slag, etc. Eftersom det därför inte är möjligt att utveckla någon "perfekt" modell står valet mellan modeller med större eller mindre grad av osäkerhet och approximation.

Med det andra synsättet är det inte relevant att testa om en modell från en ort är identisk med en modell från en annan ort. Vi väntar oss alltid att finna skillnader mellan två modeller. Ju bättre datamaterial vi har, och ju bättre precision vi därmed

kan skatta parametrarna med, desto säkrare kan vi förkasta hypotesen att två modeller är identiska.

Med detta synsätt är den avgörande frågan om den befintliga modell som finns tillgänglig kan ge någon information som kan vara till nytta i en ny situation. Frågan är alltså inte om den tillgängliga modellen är "sann" i den nya situationen, utan om den kan förbättra prognoserna i den nya situationen.

Svaret på överförbarhetsfrågan kommer då även att bero på hur god information som finns i den nya situationen. Finns god information, och kanske till och med nya modeller, kan en modell från andra förhållanden försämla prognoserna. Finns endast mycket bristfällig information kan t o m en "dålig" modell vara till stor nytta.

Svaret på överförbarhetsfrågan påverkas då även av behovet av precision. Om kostnaderna för felaktiga beslut är hög är också behovet av att utveckla nya modeller stort.

Vår studie ansluter sig till detta senare synsätt.

3.2 Uppläggning av studien

Studien har gått till så att modeller från en ort har använts på ett datamaterial från en annan ort. Den överflyttade modellen har jämförts med motsvarande modell som estimerats för den nya orten (med samma variabelinnehåll som den överflyttade modellen). Den överflyttade modellen har dessutom jämförts med den bästa tänkbara modellen för den nya orten.

Modellerna har flyttats över med eller utan olika långt gående omkalibreringar av konstanter och parametrar.

De faktorer som inte ingår explicit i modellerna fångas in i modellernas konstanter. Om dessa faktorer inte är identiska på de olika orterna väntar vi oss att konstanterna skall skilja sig mellan olika orter. Det är därför normalt motiverat att kalibrera om konstanterna.

Olika mätfel visar sig bl a genom att skalan på modellernas parametrar varierar. Parametrarnas inbördes förhållande är då lika, men nivån skiljer sig. Denna avvikelse kan korrigeras genom att skalfaktorer estimeras när modellerna flyttas över till en ny plats.

Följande tre olika ambitionsnivåer har prövats vid överföringen av modellerna:

1. "naiv" överföring - modellerna överförs helt utan omkalibrering

2. "fullständig" överföring - färdmedelskonstanterna omkalibreras, en enda skalfaktor kalibreras för övriga parametrar (den inbördes storleken på modellens parametrar överförs fullständigt)
3. "partiell" överföring - färdmedelskonstanterna omkalibreras, en skalfaktor estimeras för trafikstandardvariablerna och en för övriga variabler.

Vi tänker oss en modell som har en nyttofunktion med följande utseende:

$$V(X) = B_0 + B_1 * X_{t1} + B_2 * X_{t2} + B_3 * X_{ö1} + B_4 * X_{ö2}$$

där B_0 = konstant
 B_1 - B_4 = parametrar
 X_{t1} , X_{t2} = trafikstandardvariabler
 $X_{ö1}$, $X_{ö2}$ = övriga variabler

Den fullständiga och partiella överföringen innebar att skalfaktorer estimeras. Om vi betecknar dessa med S erhålls följande formler:

Fullständig:

$$V(X) = S_0 * B_0 + S_1 * (B_1 * X_{t1} + B_2 * X_{t2} + B_3 * X_{ö1} + B_4 * X_{ö2})$$

Partiell:

$$V(X) = S_0 * B_0 + S_1 * (B_1 * X_{t1} + B_2 * X_{t2}) + S_2 * (B_3 * X_{ö1} + B_4 * X_{ö2})$$

Om de skalfaktorer som estimerats är signifikant skilda från noll kan vi konstatera att de ursprungliga parametrarna har ett förklaringsvärde i den nya situationen. Om de dessutom är signifikant skilda från ett kan vi dra slutsatsen att det ur statistisk synpunkt fanns ett behov av att justera skalan på parametrarna.

Den viktigaste testen som utförts är att använda överflyttade modeller för att beskriva effekten av olika åtgärder på den nya orten. Genom att jämföra resultaten enligt de överflyttade modellerna med resultaten för modellerna från den nya orten kan vi studera hur mycket osäkerheten ökar när vi flyttar över modeller i stället för att utveckla nya.

Följande åtgärder har konsekvensbeskrivits:

- en ökning av kollektivåktiden med 30 %
- en ökning av väntetiden med 30 %
- en ökning av bilreskostnaden med 50 %
- en ökning av bilreskostnaden med 20 kr per dag (i 1985 års prisnivå)

3.3 Resultat

Inköpsresor

Överföringen av inköpsresemodellerna från Västerås till Jönköping fungerade ej särskilt väl. Effekterna av de åtgärder som beskrivits med modellerna blev betydligt lägre med Västeråsmodellerna. Så länge förändringarna är måttliga ger dock Västeråsmodellerna acceptabla resultat även på Jönköpingsförhållanden. Vid mer betydande förändringar blir osäkerheten stor.

Västeråsmodellerna var bland de första logitmodellstudierna som genomfördes i landet. Även om resultaten förbättrats avsevärt i det nu genomförda projektet, uppvisar modellerna och det datamaterial de estimerats på en hel del brister.

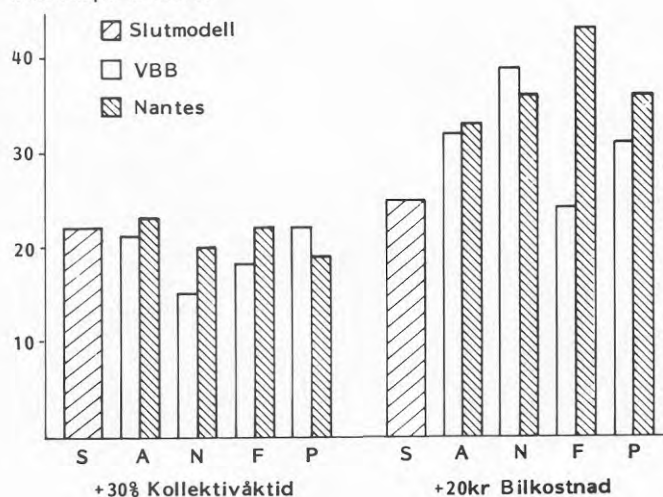
Inköpsresemodellerna från Jönköping är sannolikt betydligt mer överförbara eftersom modellerna är mer fullständiga och bygger på ett bättre datamaterial. För att testa Jönköpingsmodellernas överförbarhet krävs dock ytterligare inköpsresemodeller av god kvalitet som möjliggör jämförelser.

Arbetsresor

Fyra arbetsresemodeller har testats på Göteborgsmaterialet. I figuren nedan visas effekten av två åtgärder beräknad med två av dessa modeller. Modellerna i figuren är dels VBB-modellen från Stockholm, dels en färdmedelsvalsmodell från Nantes i Frankrike. Resultaten jämförs med motsvarande resultat enligt två olika modeller som estimerats för Göteborgsmaterialet. Varje överförd modell återfinns i tre varianter (naiv, fullständig och partiell). Följande be-teckningar används:

Beteckning	
Slutmodellen för GS-materialet	S
GS-modell med samma specifikation som de överförda modellerna	A
Naivt överförd modell	N
Fullständigt överförd modell	F
Partiellt överförd modell	P

Minskat resande i %
med resp. färdstätt



En ökning av kollektivrestiden med 30 % beräknas ge en minskning av kollektivresandet med 15 - 22 %. Skillnaden mellan modellerna är således relativt måttlig. Den naivt överförda modellen avviker naturligt nog mest.

En ökning av bilreskostnaden med 20 kr innebär en drastisk ökning av kostnaden. Redan de två GS-modellerna med olika specifikation (S och A) ger ganska olika resultat.

Jämfört med A-modellen ger de överförda modellerna någorlunda likartade beräknade effekter.

Resultaten visar således att de två modellerna är väl överförbara till Göteborgsförhållanden. Osäkerheten när dessa modeller används för att prognosera effekter är av samma storleksordning som skillnaden mellan alternativa specifikationer av modellerna för Göteborgsmaterialet.

Även de två modeller som fungerade mindre väl kan vara till betydande nytta i den nya situationen, förutsatt att de åtgärder som skall konsekvensbeskrivas inte är alltför genomgripande.

Resultaten för arbetsresorna visar att trafikstandardvariablernas parametrar tycks vara mer direkt överförbara än de socioekonomiska variablernas parametrar. De socioekonomiska variablerna är mer indirekta till sin natur och avser ofta att spegla könsroller och samband inom hushållet. Sådana förhållanden bör kunna variera i betydande omfattning mellan olika platser. Det erhållna resultatet är därför rimligt.

För att göra det möjligt att estimerade jämförelsemodeller med alla de specifikationer som varit aktuella valdes att göra överföringarna till datamaterialet för Göteborg. De modeller som estimerats för detta material är de mest fullständiga av arbetsresomodellerna och sannolikt även de mest transfererbara.

Stabilitet över tiden

De äldsta tillgängliga modellerna är de s k AKU-modellerna som bygger på ett datamaterial från 1968. Dessa modeller har nu tillämpats på Göteborgsmaterialet från 1982. Av de jämförda modellerna uppvisar AKU-modellerna de största avvikelserna. Fortfarande har dock modellerna ett stort förklaringsvärde i den nya situationen.

AKU-modellerna är estimerade för Stockholmsförhållanden. VBB-modellerna, som också är estimerade för Stockholm, fungerar mycket väl på Göteborgsmaterialet och är också mycket lika Göteborgsmodellerna. AKU-modellernas avvikelse beror således inte på att de är estimerade på en annan ort.

Avvikelsen mellan modellerna kan antingen bero på att trafikanternas värderingar har ändrat sig över tiden, eller på andra skillnader i de använda datamaterialen. Det är i efterhand omöjligt att avgöra vilketdera som är den sanna förklaringen, eller om båda förklarar var sin del av skillnaden. I kapitel 11 visar vi att tidsvärdena varit mycket stabila över tiden. Relationen mellan åktids- och reskostnadsparametrarna har således varit oförändrad.

Geografisk stabilitet

I överförbarhetsstudien har arbetsresemodeller från tätortsdelen av Stockholm, tätortsdelen av Göteborg, landsbygden i Uppsala län och staden Nantes i Frankrike jämförts. De olika tätortsmodellerna fungerar nära nog likvärdigt. Landsbygdsmodellen skiljer sig en del från tätortsmodellerna. Skillnaderna kan dock förklaras av brister hos det använda datamaterialet (mycket få hade valt att åka kollektivt, för det kompletterande urval kollektivtrafikanter som drogs saknades vissa nyckelvariabler, etc). Bristerna visade sig även i instabila modellresultat.

Anmärkningsvärt är naturligtvis att den franska modellen visat sig fungera så väl för Göteborgsförhållanden. Denna franska modell har i en tidigare studie visat sig vara överförbar till andra franska städer.

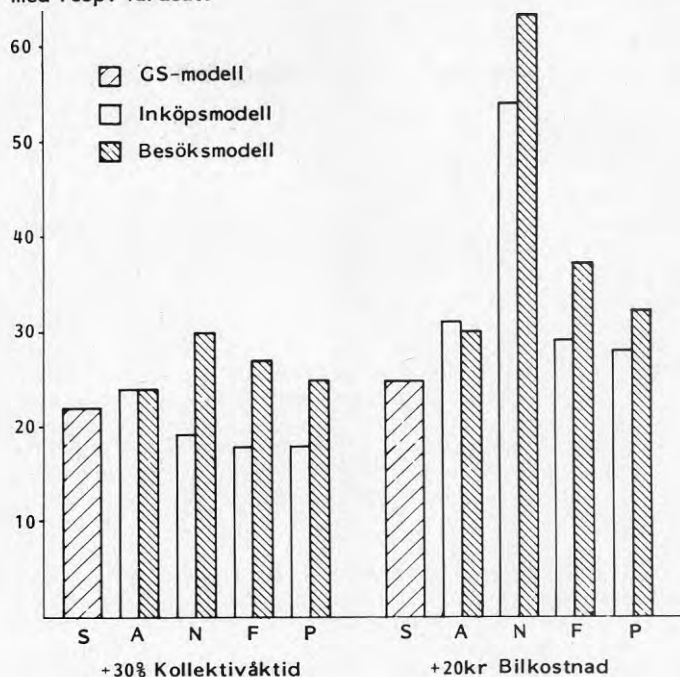
Modeller som avser valet mellan färd-sätten bil och kollektivt vid arbetsresor förefaller därmed vara geografiskt stabila.

Det är sannolikt att modeller som innehåller färd-sätten gång och framför allt cykel kan uppvisa större geografiska skillnader.

Att använda modeller för ett ärende på andra ärenden

I praktiken behöver man ofta göra prognoser för res-ärenden som det helt saknas modeller för. Ofta antar man då att dessa påverkas på samma sätt som t ex arbetsresorna. Här har vi gjort omvändningen, dvs undersökt hur väl arbetsresevalet i Göteborg låter förklara sig med inköps- och besöksmodeller för Jönköping. Överföringen är således både mellan orter och mellan resärenden.

Minskat resande i %
med resp. färdssätt



Vid ökningen av kollektivrestiden ger de tre olika inköpsmodellerna likartade resultat. Skillnaden mellan besöksmodellerna är större. Avvikelsen är naturligt nog störst för den naiva modellen som överförs helt utan parameterjustering.

Vid den kraftiga bilreskostnadsökningen blir felet för de naivt överförda modellerna mycket stort. Modellernas skala behöver således anpassas när så kraftiga åtgärder skall konsekvensbeskrivas.

För övriga modeller är skillnaden mellan de överförda modellerna och GS-modellen med samma specifikation av samma storleksordning som skillnaden mellan olika specifikationer för GS-materialet.

Resultaten måste anses vara förvånansvärt goda. Om besöks- eller inköpsmodellerna hade använts för prognoser av arbetsresandet i Göteborg hade felet (på grund av skillnaderna i modellerna) blivit fullt acceptabla.

De goda resultaten styrker tron på att trafikanternas beteende när de väljer färdssätt uppvisar en hög grad

av stabilitet. Givet att de yttre omständigheterna är lika, är även beteendet mycket lika. Eftersom de yttre omständigheterna skiljer sig så mycket, skiljer sig naturligtvis det observerade beteendet kraftigt. Dessa skillnader i yttre omständigheter fångas in av modellernas parametrar. Resultaten styrker även tilltron till överförbarhetsegenskaperna hos inköps- och besöksresemodellerna från Jönköping.

Anpassning av modellerna

I överförbarhetsstudien har vi prövat att föra över modellerna helt utan omkalibrering, att estimerar om konstanter samt skalan för alla parametrar, eller att estimerar om konstanter samt separata skalfaktorer för trafikstandardvariabler och övriga variabler.

Resultaten visar att det är angeläget att alltid göra någon form av inkalibrering. Beteendet på en viss ort påverkas av många faktorer som inte modellens variabler fångar in. Dessa faktorer fångas in av modellens konstanter. Om förhållandena på ursprungsorten skiljer sig mycket från den plats där modellerna skall användas kan stora fel uppstå om konstanterna bibehålls oförändrade.

Argumenten för att ha separata skalfaktorer för trafikstandardvariabler och övriga variabler är svagare. De statistiska testerna visar att det ofta ej är motiverat ur rent statistisk synpunkt. I realiteten kan det dock ändå vara lämpligt eftersom arbetsreserresultaten tyder på att trafikstandardvariablernas parametrar är mer stabila än de socio-ekonomiska variablerna.

I den genomförda studien används ett fullständigt disaggreerat observationsmaterial för att skatta skalfaktorer och konstanter. Oftast finns dock inte sådana material tillgängliga. När ett sådant material finns tillgängligt är det också normalt mest fördelaktigt att estimerar helt nya modeller. I realiteten kommer således anpassningen sällan att utföras med fullständiga individdata.

Det finns idag tekniker utvecklade för att utföra anpassningen av modellerna med hjälp av tillgänglig aggregerad statistik.

Utländska erfarenheter

En lång rad överförbarhetsstudier har utförts utomlands.

Med statistiska test kan man normalt avvisa hypotesen att modeller utvecklade från olika platser skulle vara helt identiska. Något annat är inte heller att

vänta med tanke på alla de osäkerheter och approximationer som varje modell inrymmer.

Däremot visar flera studier att lyckade modeller från en ort normalt också har ett betydande förklaringsvärde på andra orter. De svenska slutsatserna om behovet av anpassning av modellerna bekräftas av de utländska studierna.

De utländska erfarenheterna stämmer således väl överens med de svenska.

Slutsatser

Frågan vi ställt oss har varit: "Är det meningsfullt att använda en modell från en ort på andra orter?". Vi har funnit att frågan kan besvaras jakande - men med vissa förbehåll.

Alla modeller måste betraktas som approximationer av verkligheten och deras förutsägelser är behäftade med osäkerheter. Att använda en modell från en annan ort ökar osäkerheten något. Skillnaden mellan olika modeller för samma datamaterial är dock ofta av samma storleksordning som skillnaden mellan modeller från olika orter. Osäkerheten behöver därför inte öka dramatiskt.

Finns det möjlighet att använda modeller som utvecklats för de aktuella förhållandena så är det fördelaktigt, förutsatt att modellerna har hög kvalitet. Finns inte denna möjlighet kan befintliga modeller verksamt bidra till att förbättra möjligheterna att fatta välunderbyggda beslut.

Lite tillspetsat kan man påstå att en bra modell från en annan ort ofta kan vara bättre att använda än en mindre bra från den aktuella orten. Det är därmed viktigare att utveckla bra modeller för ett fåtal orter än att utveckla modeller för så många orter som möjligt.

En naturlig fortsättning på detta projekt är att i en handbok bl a konkret visa hur modeller kan flyttas över med aggregerade data.

3.4 Rekommenderade modeller

Slutsatsen är således att det redan idag är möjligt att använda de modeller som finns tillgängliga på andra orter än den som de estimerats för. Beroende på ambitionsnivån i det sammanhang där de skall användas kan olika långt gående inkalibreringar göras.

De modeller som i första hand rekommenderas för användning är VBB- och GS-modellerna för arbetsresor, samt Jönköpingsmodellerna för inköps- och besöksresor. Dessa modeller visas i bilaga 1-3.

4. AGGREGERINGSFELETS BETYDELSE

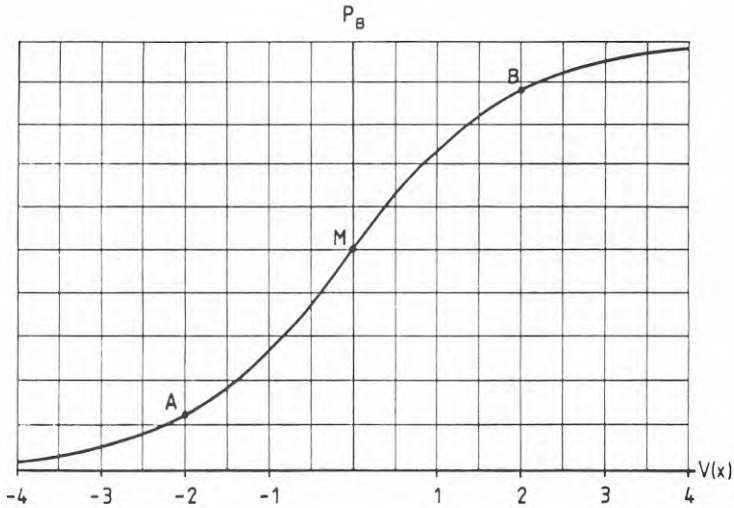
Den vanliga logitmodellen för val mellan två alternativ har formen:

$$P_B = \frac{e^{V(X)}}{1 + e^{V(X)}}$$

där P_B = sannolikheten att välja bil

$V(X)$ = nyttofunktionen = en funktion av variabler som t ex restid, reskostnad osv

Modellens formulering innebär att sambandet mellan sannolikheten att välja bil och nyttofunktionen inte är linjärt, utan beskrivs av en S-formad kurva:



Figur Samband mellan P_B och $V(X)$

Logitmodellen beskriver sannolikheten för att en viss individ väljer ett visst alternativ. I figuren markeras tre olika individer - A, B och M - för vilka bilalternativet är olika attraktivt jämfört med kollektivalternativet. Alternativens olika attraktivitet avspeglar sig i olika värden på nyttofunktionen $V(X)$ och därmed också i olika sannolikhet att välja bil.

Av figuren framgår att både individ A (för vilken bilalternativet är dåligt) och individ B (för vilken bilalternativet är bra) påverkas mindre av en liten

förändring än individ M, för vilken alternativen är likvärdiga. Med andra ord är det främst individer med likvärdiga alternativ som påverkas av t ex restids- och reskostnadsförändringar.

Vi konstaterade ovan att modellen gäller en viss individ. När modellerna skall användas är det ofta inte möjligt att använda data för enskilda individer. I stället används då någon form av aggregerade data. Ett vanligt exempel är att använda medelvärden för restider och reskostnader mellan olika delområden.

Eftersom modellen inte är linjär påverkas således effekten av en förändring av var på kurvan man befinnet sig. Om då de individuella värdena byts ut mot medelvärden kommer flera individer att representeras av en enda punkt på kurvan. Då uppstår aggregeringsfel. Exempelvis är medelvärdet av $V(X)$ för A och B i figuren ovan lika med värdet av $V(X)$ i punkten M. A:s och B:s känslighet för förändringar representeras dock mycket dåligt av punkten M (effekten av förändringar överskattas kraftigt i detta fall).

Aggregeringsfelen kan leda till att effekter av förändringar såväl över- som underskattas. Felen kan i extrema fall vara mycket stora.

Felens storlek avgörs dels av modellens utseende, dels av hur individernas resmöjligheter ser ut och slutligen också av hur de studerade effekterna drabbar olika individer.

Praktiska exempel visar att beräkning med en enda uppsättning medelvärden ofta leder till aggregeringsfel i storleksordningen 30 - 40 %, dvs att effekten av förändringar felkattas med 30 - 40 %.

I projektet behandlas två olika sätt att eliminera eller begränsa aggregeringsfelet:

1. I stället för medelvärden för hela den studerade populationen används medelvärden för mer eller mindre homogena grupper. Metoden kallas segmentering.
2. Ett urval individer får representera den aktuella populationen. Den disaggregerade modellen används på individnivå för detta urval. Metoden kallas uppräknings av urval, eller Sample Enumeration.

4.1 Uppräkning av urval

Genom att individuella variabelvärden används försvinner aggregeringsfelet helt. Metoden har även en rad andra fördelar och är därför lämplig i många fall. Metodens främsta nackdel är att det av ekonomiska skäl i allmänhet inte är möjligt att få ett så stort

urval att resultaten kan brytas ner till fin områdesnivå eller länknivå. Vid långsiktiga prognoser tillkommer även problemet att göra urvalet representativt för den framtida situationen.

Forskning pågår för närvarande i bl a Holland för att göra det möjligt att uppdatera urval och för att göra det möjligt att med hjälp av aggregerad statistik konstruera delvis konstgjorda urval.

4.2 Segmentering

Aggregeringsfelet uppkommer när individerna befinner sig på olika punkter längs kurvan i figuren ovan. Detta kan uttryckas så att problemet uppkommer när individerna har olika värden på sina nyttofunktioner. Låt oss anta att vi kan dela in individerna i olika grupper (segment) där varje grupp består av individer med samma värde på nyttofunktionen. Används logitmodellen sedan för en grupp i taget, med variabelmedelvärden för respektive grupp, uppstår inget aggregeringsfel. I praktiken är det inte möjligt att göra grupperna fullständigt homogena, utan ett visst aggregeringsfel uppstår alltid.

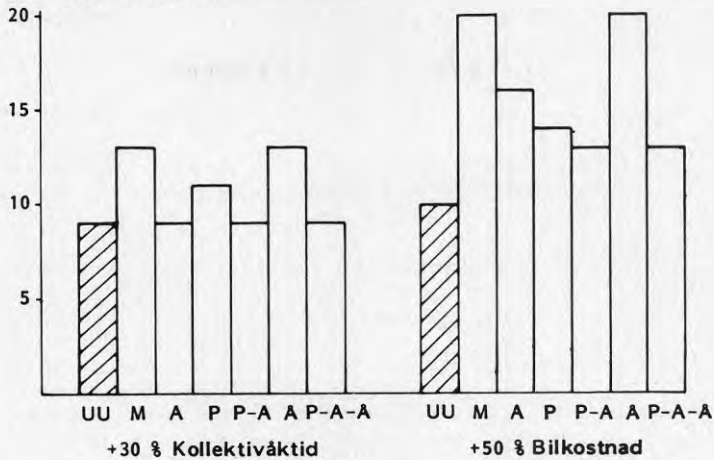
I projektet har en rad olika åtgärder utvärderats med hjälp av två olika Stockholmsmodeller. Modellerna har tillämpats på medelvärden för olika segment som bildats för två olika resvaneundersökningsmaterial.

Följande segment har prövats:

Beteckning	Indelning efter	Antal segment
M	Ett enda medelvärde	1
A	Resavdrag eller ej	2
P	Gratisparkering eller ej	2
P + A	Avdrag och parkering	4
Å	Lång eller kort kollektiv åktid	2
P + A + Å	Avdrag, parkering och kollektivåktid	8
UU	Uppräkning av urval	Antal obs.

Om vi t ex studerar effekten av att öka kollektivåktiden med 30 % respektive att öka bilreskostnaden med 50 % erhålls följande effekter vid de olika alternativen indelningarna i segment:

Minskat resande i %
med resp. färdstätt



Effekterna är beräknade med VBB-modellen. Den skraferade stapeln markerad med "UU" visar effekten om beräkningen görs individ för individ, dvs om beräkningen görs genom uppräknig av urvalet. Aggregeringsfelet är då eliminerat och stapeln visar därmed den "sanna" effekten.

Figuren visar att det är särskilt viktigt att ta hänsyn till att vissa individer har reseavdrag. Eftersom bilreskostnaden för personer med bilavdrag är nära noll, ser valsituationen radikalt annorlunda ut för dessa personer. Detta resultat är generellt giltigt för de analyser som genomförts.

Aggregeringsfelet är särskilt stort vid ökningen av bilreskostnaden. Detta beror på att personer med avdrag i utgångsläget ofta har kostnaden noll och därmed inte påverkas av en procentuell bilkostnadsökning. Detta fall motsvaras i verkligheten av en kostnadsökning som är avdragsgill. Det är då naturligtvis extra viktigt att segmentera materialet så att förändringen endast läggs på dem som verkligen påverkas.

Det är även lämpligt att ta hänsyn till att vissa trafikanter har tillgång till gratis parkeringsplats vid arbetet.

Segmenteringen efter kollektivåktid visar sig generellt ha liten effekt på aggregeringsfelet.

Av figuren framgår att aggregeringsfelen kan bli mycket stora om enkla medelvärden används vid åtgärder som inte drabbar alla lika mycket.

Genom att använda separata medelvärden för olika grupper med inbördes likartade förhållanden reduceras aggregeringsfelet kraftigt.

4.3 Områdesbaserade trafikprognosprogram

I projektet har även aggregeringsfelen när logit-modeller används som en del i vanliga områdesbaserade trafikprognosprogram utvärderats.

Områdesbaserade trafikprognosprogram innebär en segmentering efter restid och reskostnad. Det är inte möjligt att separera aggregeringsfelet från de övriga fel och osäkerheter som uppkommer när de disaggregerade modellerna installeras i programsystemen. Skillnaderna mellan resultaten från en disaggregerad beräkning och resultaten från det aggregerade programsystemet ligger i de studerade fallen i allmänhet inom intervallet 0 - 50 %.

Effekterna av de åtgärder som studeras inom trafiksektorn är i allmänhet förhållandevis små. Även stora relativa fel kan därmed innebära en fullt acceptabel noggrannhet vid den praktiska planeringen. Ett fel på 20 % kan exempelvis innebära att effekten av en åtgärd beräknas till 12 % i stället för 10 %. Skillnader av denna storlek är normalt fullt acceptabla. Vid stora förändringar kan aggregeringsfelen å andra sidan innebära ett allvarligt problem som måste beaktas för att resultaten skall bli tillförlitliga.

Även de aggregerade områdesbaserade trafikprognossystemen kan sannolikt förbättras påtagligt om separata matriser används för personer med bilavdrag och personer med gratisparkering. Tillräcklig aggregerad information för att möjliggöra en sådan särbehandling finns ofta.

4.4 Slutsatser

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att det är nödvändigt att ta hänsyn till aggregeringsfelen. Felen kan vara mycket stora och kan påtagligt störa beräkningsresultaten.

Med kunskap om felens uppkomst, och de använda data-materialens struktur, kan felen dock med enkla metoder nedbringas till acceptabla nivåer.

Metoden att använda ett disaggregerat urval vid modellberäkningen löser helt aggregeringsproblemet och

innebär dessutom fler fördelar som att valgruppen lättare hålls under kontroll, samt att värden verkligen finns tillgängliga för alla variabler som ingår i modellen.

5. ALTERNATIVMÄNGDENS BETYDELSE

För att kunna estimeras en logitmodell måste vi veta vilka alternativ individen väljer mellan. Det räcker således inte med att veta vad personen faktiskt har gjort, vi måste också veta vad han kunde ha gjort i stället.

Det är dyrt och svårt att samla in uppgifter om vilka alternativ individerna anser sig överväga. Normalt krävs ett antal frågor för att kartlägga alternativmängden.

Om undersökningen gäller samtliga resor under t ex en dag, och om modeller skall byggas för alla ärenden, är det i praktiken omöjligt att be intervjupersonen redogöra för alternativen till samtliga resor. Dessa måste i stället kodas på i efterhand.

Syftet med avsnittet om alternativmängdens betydelse är att studera hur en påkodning av alternativ påverkar modellresultaten, jämfört med om uppgivna alternativ används.

5.1 Påkodade alternativ

Modellerna för val av färd sätt och färdmål vid inköpsresor i Västerås estimerades ursprungligen med uppgivna alternativ. Intervjupersonerna fick uppge var de hade utträttat ett visst inköp, samt vilket färd sätt de hade använt. Därefter fick de ange de övriga färd sätt som de skulle kunnat tänka sig att använda till den valda butiken, vilka övriga butiker de skulle kunnat tänka sig att utträtta just detta inköp i, samt slutligen vilka färd sätt de skulle kunnat använda till dessa andra butiker.

Trots att undersökningen endast avsåg en enda resa krävdes således flera frågor, som dessutom rent formulärtekniskt var besvärliga.

I det nu genomförda projektet kodades i stället alternativen på enligt vissa grova kriterier.

Alla individer antogs kunna gå och cykla till de butiker som låg inom "rimligt" avstånd. Undersökningen innehöll inte några frågor om tillgång till cykel, handikapp etc. Vissa individer kom därför att få alternativ som de i realiteten inte kunde använda.

Buss antogs vara ett möjligt alternativ för alla butiker som hade bussförbindelse. Bilalternativet antogs vara möjligt för alla personer som hade körkort och tillhörde ett bilhushåll.

Om inköpet avser dagligvaror är det lätt att konstruera en relevant alternativmängd av målpunkter. För

sällanköp är det egentligen nödvändigt att veta något om typen av inköp.

Eftersom Västeråsundersökningen saknar information om vilken typ av sällanköp som gjorts, antogs alternativmängden för sällanköp utgöras av samtliga målpunkter där sådana butiker fanns.

Det genomsnittliga antalet uppgivna alternativ var 4,0 (inklusive det valda alternativet). Med påkodade alternativ ökade antalet alternativ till 16,6. Alternativmängden fyrdubblades således.

I tabellen nedan visas estimeringsresultaten för tids- och kostnadsparametrarna vid uppgivna respektive påkodade alternativ. Siffran inom parentes är det s k t-värdet som visar estimatets statistiska precision. För att parametern med 95 % sannolikhet skall vara signifikant skild från noll krävs att värdet är minst 1,96.

	Uppgivna alternativ	Påkodade alternativ
Restid	-0,0097 (5,86)	-0,0213 (12,76)
Reskostnad	-0,0755 (3,23)	-0,0974 (5,14)

Parametrarna i modellen med påkodade alternativ får större absolutvärden (vilket allt annat lika är ett positivt tecken) samt klart högre signifikans.

Modellerna med påkodade alternativ visade sig dessutom ha betydligt bättre anpassning till datamaterialet.

Ett stort antal alternativa modeller prövades. Förbättringen med påkodade alternativ var genomgående för samtliga.

5.2 Slumpvis begränsning av alternativmängden

Om alternativmängden är stor kan det vara intressant att försöka begränsa denna. En begränsning leder till kortare estimeringstider (vilket i sig är värdefullt), till mindre behov av datalagring, samt till lägre estimeringskostnader.

Behovet av att begränsa alternativmängden uppstår ofta vid destinationsvalsmodeller. Enligt teorin för

logitmodellen är det tillåtet att begränsa alternativmängden slumpvis (dvs inga systematiska fel uppstår). Den statistiska precisionen i estimaten minskar dock alltid när alternativmängden begränsas.

Eftersom det maximala antalet alternativ i Västeråsmodellen var 23 (och det genomsnittliga 16) var det inte egentligen nödvändigt att begränsa alternativmängden. I litteraturen anges att ca 20 alternativ är "lagom". Begränsningen av alternativmängden för Västeråsmodellen gjordes i stället för att testa modellresultatens stabilitet vid olika antal alternativ.

Eftersom modellresultaten med påkodade alternativ var så mycket bättre än resultaten med uppgivna alternativ, är det också av intresse att se om förbättringen orsakades av den större informationsmängden när påkodade alternativ användes.

I tabellen nedan visas enbart tids- och kostnadsparametrarna. Den första modellen har estimerats med alla påkodade alternativ. I de därpå följande tre modellerna har tre fjärdedelar av alternativen utesluttits slumpmässigt. Skillnaden mellan de tre modellerna är enbart att de använt tre olika slumpvisa alternativmängder. I den sista modellen har hälften av alternativen behållits.

	Restid	Reskostnad
Alla alternativ	-0,0225 (12,76)	-0,1629 (7,90)
25 % urval 1	-0,0195 (9,80)	-0,1327 (5,26)
urval 2	-0,0233 (10,00)	-0,1939 (6,99)
urval 3	-0,0220 (9,48)	-0,1811 (6,68)
50 %	-0,0221 (11,61)	-0,1559 (6,98)

Signifikanserna sjunker generellt när alternativmängden begränsas. Även parametrarnas storlek påverkas, men effekten är måttlig. Ingen av de redovisade parametrarna i modellerna med begränsade alternativmängder är signifikant skilda från parametrarna i modellen med samtliga alternativ.

Skillnaden mot modellen med samtliga alternativ är naturligt nog minst för modellen där 50 % av alternativen behållits.

Modellerna med 25 % av alternativen har samma antal alternativ per observation som det genomsnittliga antalet i modellen med uppgivna alternativ. En jämförelse med modellen med uppgivna alternativ visar att modellerna med påkodade alternativ fortfarande uppvisar högre signifikanser och högre parameterstorlekar. Förbättringen orsakades således inte enbart av den ökade informationsmängden.

5.3 Slutsatser

Resultaten visar att påkodade alternativ ger bättre resultat än uppgivna. En trolig förklaring är att intervjupersonerna enbart rapporterar de alternativ de uppfattar som bäst, och inte alla de dåliga alternativ som de redan i ett tidigt skede uteslutit som alltför dåliga. Därigenom minskar variationen i data-materialet eftersom alternativen med långa restider och höga kostnader försvinner.

En annan förklaring kan vara att frågorna om alternativmängden är alltför abstrakta och att därmed kvaliteten på den uppgivna alternativmängden är låg.

Som nämnts vet vi i Västeråsmaterialet mycket lite om vad som faktiskt inhandlats vid inköpsresan. Uppgifter om typen av inköp är möjliga att samla in och kan användas för att begränsa den alternativmängd som kodas på. Likaså är det lämpligt att fråga om tillgång till cykel samt eventuella fysiska hinder mot att gå eller att cykla.

Slutligen är det också möjligt att ta hänsyn till vilka butiker hushållet faktiskt har möjlighet att hinna besöka inom aktuella öppettider när hänsyn tas till hushållets mer fasta aktiviteter, som t ex arbetstider.

Det är således förhållandevis enkelt att samla in uppgifter i en resvaneundersökning som gör det möjligt att koda på alternativ på ett betydligt mer realistiskt sätt än som varit möjligt för Västeråsmaterialet.

De goda resultaten med påkodade alternativ är av avgörande betydelse för möjligheterna att bygga upp modellsystem som täcker in fler resärenden och val-situationer. I sådana fall är det nämligen omöjligt att låta intervjupersonerna själva beskriva alternativmängden.

6 GÅNG- OCH CYKELALTERNATIVEN

6.1 Gång och cykel som alternativ i färdmedelsvalsmodeller

De första färdmedelsvalsmodellerna som estimerades i landet innehöll endast bil- och kollektivalternativ. En viktig fråga för projektet har varit om gång och cykel utan problem kan tas med som alternativ i modellerna. Den potentiella vinsten med att ta med dessa alternativ är stor, eftersom gång och cykel på korta avstånd är de viktigaste alternativen till kollektivtrafiken.

Inom ramen för projektet har färdmedelsvalsmodeller med gång- och cykelalternativ estimerats för Västerås, Göteborg och Jönköping. Estimeringsresultaten har varit lyckade och gång och cykel har kunnat behandlas på samma sätt som bil och kollektivtrafik.

6.2 Gång- och cykelhastigheter

Vid påkodning av gång- och cykelalternativ kan avståndet beräknas från kartmaterial. För att komma från avstånd till restider krävs emellertid också kunskap om hastigheter.

Datamaterialet från Göteborg (1982) innehöll uppgifter om rapporterade gång- och cykeltider (av intervjupersonerna uppskattade tider) och "objektivt" mätta avstånd. Uppgifterna gällde de pendlare som någon gång gått eller cyklat till arbetet. Hastigheterna som beräknats gäller resan från dörr till dörr.

Hastigheterna har beräknats separat för män och kvinnor, för personer med olika reslängd och för personer med olika valt färdssätt under mät dagen.

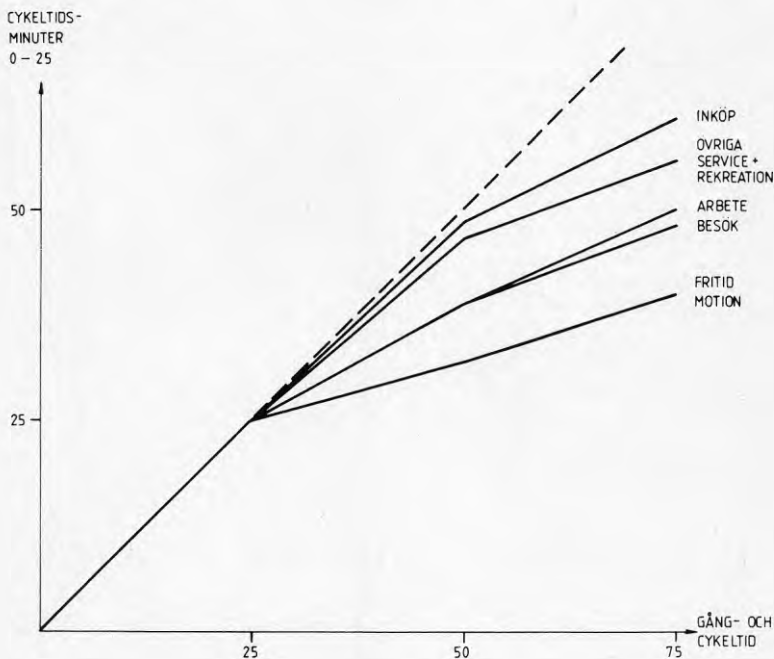
De skillnader i gånghastighet som erhöles är inte tillräckligt stora för att motivera annat än att räkna med den erhållna medelgånghastigheten på 6 km/tim för gångförflyttningar vid pendelresor.

Även cykelhastigheten varierade endast måttligt mellan de olika grupperna. Störst var skillnaden mellan personer med olika reslängd samt mellan personer med olika färdssätt under mät dagen.

Vid påkodning bör cykelhastigheten 11 km/tim användas vid avstånd under 2 km, medan 18 km/tim bör användas för avstånd över 2 km för de som valt cykel och 14 km/tim för de som ej valt cykel.

6.3 Värdering av gång- och cykeltid

Vid analyserna av datamaterialet från Jönköping har det visat sig att gång- och cykeltiden värderas allt mindre negativt ju längre tiden är. I figuren nedan visas värderingen grafiskt. Figurens X-axel visar gång- och cykeltiden. Y-axeln visar resuppooffringen omräknad i enlighet med värderingen av de första 25 minuternas gång- och cykeltid för respektive ärende. Kurvornas avvikelser från 45-graderslinjen visar därmed hur mycket värderingen av gång- och cykeltiden sjunker med tidens längd.



Huvudförklaringen till den sjunkande värderingen är sannolikt att det på långa avstånd är vanligt med personer som går eller cyklar för att få motion. En bidragande faktor kan även vara att gång- och cykelhastigheterna ökar med avståndet (hänsyn har ej tagits till detta vid påkodningen).

Figuren visar att värderingen sjunker minst för inköpsresorna. Detta är rimligt eftersom det sannolikt är mindre vanligt att välja färdssätten gång eller cykel till butiken för att få motion. Kraftigast sjunker värderingen för fritids/motionsresorna där naturligtvis inslaget av resa för resans egen skull är vanligt bland de långa resorna (t ex långa promenader i motions syfte).

Den med avståndet avtagande värderingen av gång- och cykeltiden i Jönköping överensstämmer med resultaten för Västeråsmaterialet.

7. VALGRUPPENS BETYDELSE

De modeller som hittills estimerats har avsett en begränsad valsituation för en viss definierad valgrupp. Det har t ex varit vanligt att modellerna avsett valet mellan bil och kollektiva färdssätt för personer med oinskränkt tillgång till bil, valet för personer som ej använt bilen i arbetet den dagen, valet för personer som bara använder bilen i tjänsten "ibland", etc.

När modellerna skall utvecklas är det lockande att begränsa valmängden så att bara de som har ett helt fritt val kommer att ingå. När modellerna skall användas innebär detta dock att vi inte vet något om hur de som utelämnats beter sig. Normalt tvingas man då anta att dessa personer ej alls påverkas.

Prognoser som gjorts inom projektet visar att mycket stora fel kan uppstå om personer med viss, men ej fullständig, valfrihet utelämnas ur datamaterialet vid modellestimeringen. Erfarenheterna tyder även på att det med en god modellspecifikation är möjligt att ta med dessa observationer i modellerna.

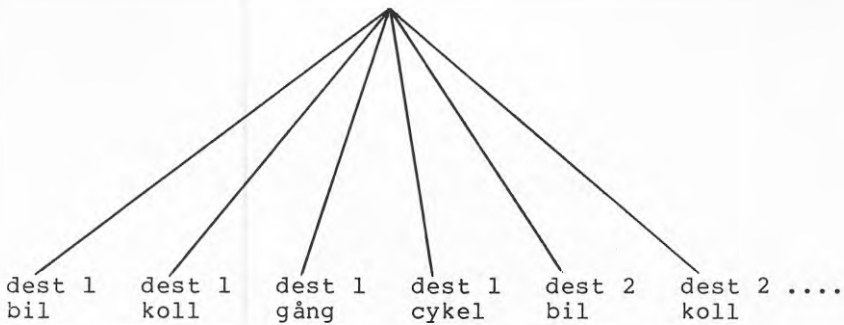
Om observationer skall utelämnas ur modellerna är det nödvändigt att göra klart för sig hur dessa skall hanteras i prognosfasen.

En intressant framtida utveckling (som kommer att prövas i RVU 86/87 i Stockholm) är att direkt modellera de hushållssamband och restriktioner som påverkar individens valmöjligheter.

8 STRUKTURERADE LOGITMODELLER

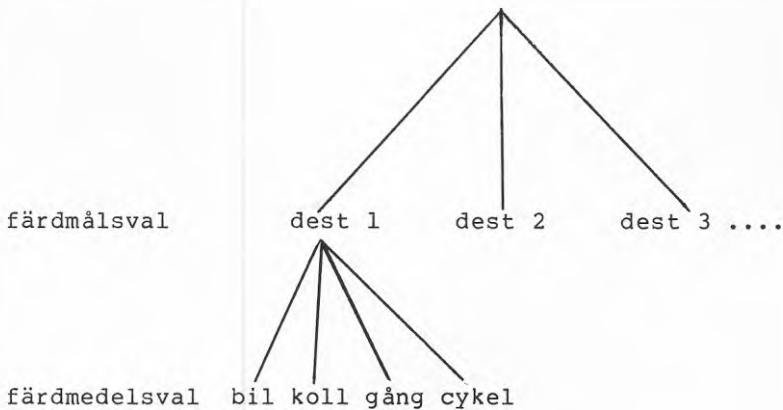
8.1 Modellstrukturer

Den vanliga simultana logitmodellen kan i fallet med val av färdmedel och färdmål grafiskt illustreras med följande figur:



Varje alternativ utgörs av en kombination av ett visst färd sätt till ett visst färdmål (en viss destination).

I den strukturerade logitmodellen delas modellen i exemplet ovan upp på två nivåer:



Valet av målpunkt påverkas naturligtvis av vilka färd sätt som finns tillgängliga till de olika målpunkterna, samt av vilka restider och reskostnader som är förknippade med de olika färd sätten. Denna inverkan förs i den strukturerade modellen vidare från färdmedelsvalsnivån till färdmålsvalsnivån genom den s_k logsumvariabeln.

Fördelen med den strukturerade logitmodellen är bl a att den kan ta hänsyn till om vissa alternativ är mer lika än andra. Den simultana logitmodellen förutsätter att alla alternativ är oberoende.

Den strukturerade modellen är dessutom bättre när t ex måtfelen hos variablerna är olika för olika val, eller när olika val är olika svåra att beskriva med modeller. Se kapitel 2 för en utförligare diskussion om den strukturerade modellen.

8.2 Sekvensiell estimering

Hittills har den strukturerade modellen måst estimeras sekvensiellt. Detta innebär i exemplet med val av färdsätt och färdmål att färdmedelsvalsmodellen estimeras först, med de olika färdsätten till den valda destinationen som alternativ. När färdmedelsvalsmodellen estimerats används denna för att beräkna värdet på logsumvariabeln för respektive alternativ i destinationsvalsmodellen.

Modellestimeringen har därmed skett i två separata steg (i en viss sekvens).

Fördelen med den sekvensiella estimeringen är att allmänt tillgängliga standardprogram för modellestimering har kunnat användas.

Nackdelarna med den sekvensiella estimeringen är flera:

- * Parametrarna på den undre nivån estimeras med en viss osäkerhet. Denna osäkerhet fortplantas multiplikativt vid beräkningen av logsumvariabeln och skattningen av logsumparametern. Felet blir allt större ju fler nivåer modellen innehåller.
- * Variationen i datamaterialet utnyttjas dåligt. Vid estimeringen av den undre nivån i exemplet utnyttjas endast trafikstandardvariablerna för det valda alternativet.
- * Logsumvariabeln är besvärlig att beräkna och är också mycket tidsödande att kontrollera.

Nackdelarna med den sekvensiella estimeringen är så stora att den fått begränsad praktisk tillämpning.

I det nu genomförda projektet har strukturerade modeller för val av färdsätt och färdmål vid inköpsresor estimerats för både Västerås och Jönköping. I båda fallen har antingen restids- eller reskostnadsvariabelns parameter fått fel tecken och så låg

signifikans att modellerna ej blivit användbara. Det har därmed inte varit meningsfullt att estimeras den övre nivån i strukturen.

Problemen med Västerås- och Jönköpingsmodellerna orsakas primärt av samvariationen mellan restid och reskostnad. Dessa variabler har mycket hög korrelation. Detta problem gäller alla färdmedelsvalsmodeller utom de för arbetsresor (för arbetsresorna gör förekomsten av bilavdrag att korrelationen minskar).

De simultana modellerna för inköpsresor i Jönköping och Västerås har fungerat betydligt bättre. Variationen i datamaterialet blir i detta fall betydligt större eftersom trafikstandardvariablerna till alla destinationer utnyttjas. Den större variationen i datamaterialet gör det möjligt att estimeras parametrarna för trafikstandardvariablerna trots samvariationen.

Motsvarande problem har uppstått vid försöken att estimeras färdmedelsvalsmodeller för service- och rekreativresor i Jönköping.

De resultat som erhållits för både Jönköpings- och Västeråsfallen styrks av andra ej publicerade resultat som erhållits på olika håll utomlands. De negativa erfarenheterna innebär en allvarlig inskränkning i möjligheten att praktiskt skatta den strukturerade logitmodellen med hjälp av stegvis estimering. Förutsättningen för att utföra denna stegvisa estimering är naturligtvis att den första modellen kan skattas på ett tillfredsställande sätt.

8.3 Samtidig estimering

För att komma tillrätta med problemen vid sekvensiell estimering är det naturligtvis önskvärt att kunna utföra estimeringen av den strukturerade logitmodellen i ett enda steg, och att därmed kunna utnyttja all tillgänglig information.

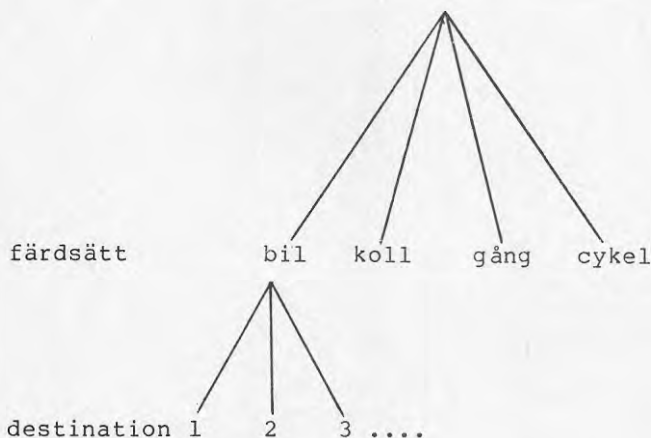
Fram till och med 1984 har generell programvara för sådan estimering saknats. Vissa specialprogram har visserligen funnits, men dessa har endast kunnat hantera ett fåtal nivåer (oftast två), de har normalt ej kunnat ge information om den statistiska precisionen i estimaten och de har dessutom varit så tidskrävande att köra att de inte ansetts vara praktiskt användbara.

I samband med RVU 86/87 i Stockholm har Cambridge Systematics Europe vidareutvecklat sitt estimeringsprogram ALOGIT så att det kan utföra samtidig estimering av strukturerade logitmodeller.

Det nya programmet blev tillgängligt under sensvåren 1985, efter att det huvudsakliga estimeringsarbetet i föreliggande projekt hade avslutats. Programmet har dock testats på inköpsmaterialet för Jönköping. Resultaten visar att det nya programmet helt löser estimeringsproblemen för den strukturerade modellen. Med det nya programmet är det möjligt att estimerade modeller för inköpsresorna i Jönköping, och dessa modeller är också rent statistiskt överlägsna motsvarande simultana modeller.

Även de rent praktiska problemen med de strukturerade modellerna är övervunna med det nya programmet. Logsumvariablerna beräknas helt internt i programmet.

Vid tillämpningen för Jönköpingsdata visade det sig nödvändigt att vända modellstrukturen för att få en teoretiskt acceptabel storlek på logsumparametern. Följande struktur användes således:



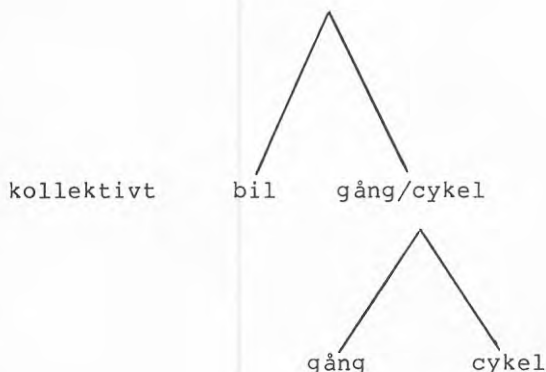
Från och med våren 1986 finns ALOGIT-programmet även tillgängligt för persondatorer med operativsystemet MS-DOS (dvs för IBM-kompatibla persondatorer).

8.4 Strukturer för gång- och cykelfärdsätten

Den simultana modellen har egenskapen att prognosresultaten blir felaktiga om alternativen inte är helt oberoende av varandra. Sådana beroenden kan uppstå om vissa alternativ har gemensamma egenskaper som de andra alternativen saknar, dvs om vissa alternativ är mer "likartade" än andra.

Vid valet mellan färsätten bil, kollektivt, gång och cykel kan det antas att gång och cykel, respektive bil och kollektivt, är sinsemellan mer likartade än de övriga, dvs att de "motoriserade" respektive de ej "motoriserade" färsätten är inbördes likartade.

För att testa denna hypotes användes följande struktur för arbetsresemodellerna för Göteborg och Jönköping:

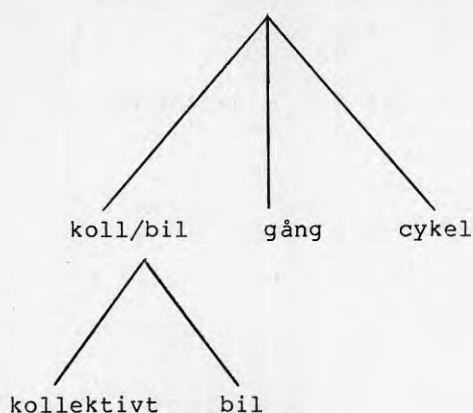


För Göteborgsmaterialet användes sekvensiell estimering, för Jönköpingsmaterialet det nya programmet för samtidig estimering.

För båda datamaterialen visade det sig att logsumparametern fick ett värde som var nära ett, och som ej heller var signifikant skilt från ett. Övriga parametrar i modellerna påverkades knappast alls.

Eftersom logsumparametern var mycket nära ett i båda fallen blir slutsatsen att det går lika bra att använda simultana modeller för färdmedelsvalet vid arbetsresor.

För Jönköpingsmaterialet provades motsvarande struktur för färdmedelsvalet vid besök i annans bostad. I detta fall visade sig logsumparametern få ett värde på ca 2, dvs ett teoretiskt oacceptabelt värde. Följande alternativa modellstruktur fick därför användas:



Med denna struktur erhöles en logsumparameter med värdet 0,4. Parametern var signifikant skild från både noll och ett. I detta fall förbättrades även övriga parametrar i modellen märkbart jämfört med den simultana modellen.

I två fall har det således visat sig att strukturerade färdmedelsvalsmodeller för arbetsresor givit likvärdiga resultat med simultana. För besöksresorna innebar den strukturerade modellen å andra sidan en klar förbättring.

Det är svårt att avgöra om de skilda resultaten beror på de olika resärendena, eller om resultatet beror på olika mätfel etc.

8.5 Slutsatser

Resultaten visar att rena färdmedelsvalsmodeller bör undvikas, utom möjligen för arbetsresor. I stället bör även andra valbeslut behandlas i samma modell.

Strukturerade modeller är mer generella än simultana och bör om möjligt alltid prövas. För andra valbeslut än färdmedels- och färdmålsval finns det sannolikt ännu större anledning att använda strukturerade modeller.

Sekvensiell estimering av strukturerade modeller är i praktiken besvärlig och ofta till och med omöjlig. I stället bör samtidig estimering användas. Programvara för detta finns nu tillgänglig.

Strukturerade modeller för olika färd sätt tycks inte vara motiverade för arbetsresor. För övriga resärenden kan betydelsen vara större.

9. VARIABLER SOM PÅVERKAR TRAFIKANTERNAS VAL

Genom de modellanalyser som utförts inom och utom landet har en betydande kunskap vunnits om vilka faktorer som påverkar trafikanternas val. Syftet med detta avsnitt är att lista de variabler som hittills visat sig viktiga för färdmedels- och färdmålsvalet. För vissa variabler har det visat sig viktigt hur de definieras. Dessa variabler behandlas mer utförligt.

Syftet är att listan skall kunna fungera som en checklista över variabler som bör finnas med i resvaneundersökningar och som bör prövas i analysen. Självklart finns det en mängd ytterligare faktorer som påverkar trafikanternas beteende. Vartefter större och bättre datamaterial erhålls kommer listan med säkerhet att kunna utökas.

Variablernas betydelse för valet (deras vikter) behandlas i kapitel 10.

9.1 Trafikstandardvariabler

Följande trafikstandardvariabler har hittills fallit ut som viktiga i analysen:

Bil	Kollektivt	Gång	Cykel
åktid	åktid	åktid	åktid
gångtid parkering	gångtid hållplats		cykelbana
reskostnad	reskostnad		
parkeringskostnad	väntetid		
citydummy	bytestid		
	antal byten		
	sittplats		

Gångtid till och från hållplats och parkering

Gångtiderna kan antingen erhållas genom att intervju-personerna själva får uppskatta dem, eller genom att avstånden mäts och tiderna beräknas.

När intervju-personerna själva skall uppge tiderna uppstår problem med att tiderna ofta är förhållandevis korta. Mycket ofta rundas de av till jämna 5 eller 10 minuter.

Gångtiden till hållplats är mycket viktig för trafikanternas val. Den är dessutom en viktig planeringsvariabel som ofta skall vägas mot turtätheten (ett koncentrerat linjenät med hög turtäthet och långa gångavstånd, eller ett utspritt linjenät med korta gångavstånd men låg turtäthet). Uppskattade gångtider

ger ofta problem. Det är därför lämpligt att mäta avstånden. En intressant ny teknik för detta, som prövas i RVU 86/87, är att koordinatsätta linjenät, hållplatser och besöksadresser och därefter maskinellt beräkna avstånden ur koordinaterna.

För gångtiderna till och från parkeringsplats finns knappast något annat sätt än att fråga intervjupersonerna om tider eller avstånd.

Reskostnader

I modellerna skall trafikanternas marginalkostnad för resan användas. Detta innebär att den rörliga kostnaden för bilresor skall användas. En lämplig definition av den rörliga bilreskostnaden (för att få jämförbarhet mellan olika studier) är det av Riksrevisionsverket (RRV) medgivna bilavdraget för körsträckor över 1 000 mil.

Det är oundgängligen nödvändigt att information om bilavdragen insamlas om färdmedelsvalet för arbetsresor skall analyseras. Både vid de två Göteborgsundersökningarna, vid VBB-studien i Stockholm och vid Jönköpingsstudien har det visat sig nödvändigt att ha denna information. Vid ett par tillfällen har det till och med visat sig nödvändigt att i efterhand intervjua om personer för att kartlägga avdragen.

Att avdragen har denna stora betydelse är naturligt eftersom bilavdrag gör marginalkostnaden för att åka bil till arbetet mycket låg.

Parkeringskostnader

I de större städernas centrala delar förekommer parkeringsavgifter allmänt. Om en arbetspendlare skall betala den "normala" parkeringsavgiften blir kostnaden hög. I realiteten håller ofta arbetsgivaren med gratis parkeringsplats. I Stockholm har en majoritet av de som åker bil till arbetet gratis parkeringsplats. Av de som inte åker bil till arbetet är det dock bara en mindre del som skulle kunna parkera gratis om de åkte bil.

För de som tvingas betala avgifterna är dessa en viktig faktor som påverkar färdmedelsvalet i betydande utsträckning. Det är inte i efterhand möjligt att avgöra vilka som har tillgång till gratisparkering. Det är därför nödvändigt att kartlägga detta i resvaneundersökningarna.

Sittplats

I flera undersökningar har det visat sig att tillgången till sittplats har stor betydelse för valet av

färdmedel. Det är dock svårt att samla in denna uppgift. Om man frågar kollektivtrafikanter och andra trafikanter om sittplatsmöjligheten tenderar de som inte åker kollektivt att överdriva problemen med att få sittplats. Detta påverkar analysen så att faktorn får alltför stor vikt. Eftersom tillgången till sittplatser är viktig är det en angelägen framtida uppgift att försöka använda mer objektivt mätta data för denna variabel.

9.2 Socioekonomiska variabler

Följande socioekonomiska variabler har visat sig viktiga för de olika färdssätten:

bilkonkurrens
förvärvsarbete
hushållsstorlek
bil i arbetet
ärende
kön
ålder

Bilkonkurrens uppstår om flera personer samtidigt vill använda en och samma bil. Variabeln har stor betydelse för valsituationen i hushållet. Den stora betydelsen gör det motiverat att mer explicit modellera hushållets val av vem som skall få disponera bilen. Ett projekt med denna inriktning pågår för närvarande i Stockholm.

Det är mycket vanligt att förvärvsarbetande använder sin privatbil i arbetet. Detta påverkar markant benägenheten att åka bil till arbetet (även de dagar då bilen inte används). Erfarenheterna tyder på att personer som använder bilen i arbetet kan tas med i modellerna, under förutsättning att en dummyvariabel för bil i arbetet tas med i specifikationen.

Hushållsstorleken har visat sig påverka sannolikheten att använda bilen vid inköpsresor. Variabeln är en proxy för den större mängd varor som större hushåll behöver frakta hem (och som gör att större hushåll oftare tar bilen).

Förvärvsarbetande använder i större utsträckning än andra bilen vid inköpsresor. Förklaringen är sannolikt dessa personers mer pressade tidsbudget.

Om ärenden skall uträttas under en arbetsresa ökar helt naturligt sannolikheten att bilen skall väljas.

Färdmedelsvalet visar sig inte helt oväntat vara könsbundet. Männens ökade sannolikhet för att åka bil avspeglar i stor utsträckning könsrollerna i samhället.

9.3 Attraktivitetsvariabler

Hittills i Sverige har destinationsvalsmodeller endast prövats för inköpsresor. Diskussionen om attraktivitetsvariabler gäller därför i första hand dessa resor.

För de modeller som utvecklades för Västerås prövades både omsättning och butiksyta som mått på olika inköpsställens attraktivitet. Resultaten var goda och likvärdiga för båda måtten.

Sannolikt kan även antalet anställda ge ett gott approximativt mått på attraktiviteten.

Alla tre måtten är naturligtvis indirekta mått på de mer primära egenskaper som kunderna värdesätter (pris, utbud, kvalitet etc). Dessa primära egenskaper är dock både svåra att mäta i utgångsläget och svåra att prognosera.

Teoretiska krav

Vissa teoretiska krav kan ställas på attraktivitetsvariablerna.

I Västeråsmodellerna definierades färdmålet som hela centrum, dvs varje enskild butik behandlades ej som ett separat alternativ (om inte butiken låg helt för sig själv). I Västeråsfallet var det möjligt att avgränsa funktionella centrumbildningar. Detta är dock inte alltid möjligt att göra på ett entydigt sätt. I större städer finns ofta täta äldre bostadsområden med butiker fördelade över hela området. Antingen måste då varje butik betraktas som ett separat alternativ, eller också får ett alternativ utgöras av alla butiker i ett visst område. Denna senare ansats valdes för Jönköpingsmodellerna.

Om en mer eller mindre godtycklig områdesindelning används är ett viktigt krav på modellerna att prognosresultaten är oberoende av områdesindelningen. Om exempelvis ett stort område delas upp på två mindre, väntar vi oss att summan av antalet resor till de två delområdena skall vara lika med det ursprungliga antalet resor till det stora området.

De logitmodeller som använts kan ses som strukturerade logitmodeller där valet av centrum och färd sätt sker på den övre nivån och valet av en enskild butik inom varje centrum eller område sker på den lägre nivån. Modellen på den undre nivån estimeras ej explicit.

Det kan visas att kravet på oberoende av områdesindelningen, och betraktelsesättet med en implicit

modell på lägre nivå, förutsätter att attraktivitetsvariablerna i nyttofunktionen formuleras som:

$$V(X) = B * X + W * \ln(S)$$

där B = vektor av parametrar som estimeras

X = vektor av egenskaper (variabler) som ej beror av centrumets storlek

S = mått på centrumets storlek (mått på antalet "primära" målpunkter)

$$W = 1$$

dvs att storleksvariabeln logaritmeras och att dess parameter låses till värdet ett.

De empiriska erfarenheterna från Västeråsanalyserna visar att modellerna förbättras påtagligt när denna teoretiskt korrekta specifikation används.

10. REKOMMENDERADE VIKTER FÖR VARIABLER

10.1 Inledning

Ett huvudsyfte med föreliggande projekt är att studera logitmodellens stabilitet och generaliserbarhet. En viktig aspekt i detta sammanhang är hur stabila de modellresultat är som visar hur trafikanterna värderar olika trafikstandardkomponenter.

I detta kapitel visas vilken vikt olika restidskomponenter fått i studierna, jämfört med vikten för åk-tid.

Syftet med jämförelsen är att kunna rekommendera en uppsättning vikter som kan användas vid trafikplaneringen i landet.

Ett viktigt problem som försvårar jämförelserna är att de skillnader som erhålls ofta kan vara resultatet av brister i de undersökningar som samlat in datamaterialet till modellerna. Dessa brister är i allmänhet mycket svåra att upptäcka i efterhand. Jämförelserna som redovisas nedan ger därför egentligen inte svaret på om logitmodellen som sådan är stabil, utan i stället svaret på hur stabila och generaliserbara de empiriska resultat är som hittills erhållits på olika platser och vid olika tidpunkter.

I kapitlet jämförs resultaten från samtliga de svenska studier som givit acceptabla resultat.

10.2 Restidskomponenter

Arbetsresor

Åtta studier har givit resultat som kan användas för att analysera trafikanternas värdering av olika restidskomponenter vid arbetsresor:

Studie	Ort	Undersökningsår
AKU	Stockholm	1968
TU 71	Stockholm	1971
AIB	Uppsala/Västerås	1974
VBB	Stockholm	1980/81
SBK	Göteborg	1981
GS	Göteborg	1982
SOLL	Sollentuna	1977
TULT	Uppsala län	1982

Samtliga studier utom Sollentunastudien avser färdmedelsval. Sollentunastudien gäller valet mellan olika kollektivtrafikmedel. Samtliga studier utom TULT avser tätortsförhållanden. TULT gäller resor på landsbygden runt omkring Uppsala.

Tabell Vikter på restidskomponenter. Arbetsresor

	AKU	AIB	VBB	SBK	GS	SOLL	TULT
Åktid	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Väntetid (halva turtät.)	3,3				1,5		2,8
Väntetid (vid stolpe)	12,0	7,1			5,0-8,6		
Bytestid					2,2	1,5	2,1
Vänte- + bytestid			1,6		1,6		
Gångtid t. hållplats			1,3		2,4	1,5	1,3
Gångtid t. parkering		6,3			4,5		
Vänte-, bytes- och gångtid				1,8			

AKU-modellernas väntetidsvikter är högre än i de övriga studierna där väntetid ingår. I Sollentunaundersökningen lyckades man ej skatta någon parameter för väntetiden, utan denna vikt sattes lika med bytestiden.

I övrigt är studierna samstämmiga vad gäller väntetidsvikter, när väntetiden definieras som halva turintervall. I GS-studien, där den förekommer ensam, är den 1,5. I kombination med bytestiden är den 1,6 och tillsammans med den högre värderade gångtiden är den 1,8.

När väntetiden vid stolpe används blir vikterna väsentligt högre.

Bytestidsvikten är högre i GS- och TULT-studerna än i Sollentunaundersökningen. Den troliga förklaringen är att bytestiderna i Sollentunaundersökningen är mycket korta eftersom studien avser resor till innerstaden. Enligt resultaten nedan är bytestidsvikten lägre vid korta bytestider. VBB- och SBK-studierna stöder antagandet om en högre bytestidsvikt än i Sollentunastudien.

Gångtidsvikten för gång till hållplats varierar mellan 1,3 och 2,4 i studierna. Medelvärdet ligger nära 2. I VBB- och TULT-undersökningarna erhöles gångtiden till hållplats genom en direkt fråga till intervjupersonerna. Därmed uppstår problem med avrundade värden (dålig spridning).

Vikten för gång till och från parkering är hög i såväl AIB- som GS-studien. I båda undersökningarna fick intervjupersonerna själva uppge sin gångtid, vilket ger de nämnda problemen med avrundningar.

Göteborgsundersökningen är den enda arbetsresestudien som givit underlag för beräkning av uppdelade vänt- och bytestidsvikter:

Tabell Vikter på vänt- och bytestid i Göteborgsundersökningen

	Vikt väntetid	bytestid
Den del av tiden som understiger 10 min per resa	2,0	1,4
Den del av tiden som överstiger 10 min per resa	1,1	3,2

Det bör observeras att de parametrar som de uppdelade vikterna baserar sig på har relativt låg signifikans. Resultaten måste därför behandlas med stor försiktighet.

Inköpsresor

Endast två studier av inköpsresor har hittills genomförts. Både Västerås- och Jönköpingsmodellerna gäller valet av färdstätt och färdmål vid bostadsbaserade inköpsresor.

Tabell Vikter på restidskomponenter.
Inköpsresor

	Västerås	Jönköping Simultan modell	Sekvensiell modell
Åktid	1,0	1,0	1,0
Gångtid till och från hållplats	2,0	1,8	2,3
Bytestid		2,8	3,7
Gång- o cykeltid hela vägen	6,2		3,1
0 - 50 min		2,8	
51 - "		1,4	

De två studierna är relativt samstämmiga när det gäller vikten för gångtid till och från hållplats. Denna får en vikt som är ungefär dubbelt så hög som vikten för åktid i fordon.

Bytestiden vid inköpsresor får en hög vikt jämfört med arbetsresorna. Detta kan vara rimligt med tanke på att det är extra besvärligt att göra byten när man har varor att bära på.

Både vikten för tiden vid gång hela vägen och vikten för cykeltiden skiljer sig kraftigt mellan de två studierna.

Övriga resor

Två studier av "övriga resor", dvs andra resor än arbets- och inköpsresor, finns tillgängliga. Dessa är dels service- och rekreationsresemodellerna för Jönköpingsmaterialet, dels modellerna för Öresundsresorna.

I Jönköpingsmaterialet var det enbart modellerna för ärendet "besök i annans bostad" som gav tillräckligt signifikanta estimat på åktidsparametern för att medge viktberäkningar. Följande vikter erhöles:

Tabell Vikter på restidskomponenter.
 Reseärendet "besök i annans bostad"

	vikt
Åktid	1,0
Gång- o cykeltid	
0 - 25 min	2,3
26 - 50 "	1,3
51 - "	0,8
Bytestid ouppdelad	0,8
" 0 - 20 min	-
" 21 - "	2,1
Bytestid 0 - 10 "	1,3
Väntetid ouppdelad	0,9
" 0 - 20 min	1,8
" 21 - "	-
Väntetid 0 - 10 "	1,8
" 10 -	1,6

Vänte- och bytestidsvikterna påverkas kraftigt av om uppdelade vikter används eller ej. Förklaringen till instabiliteten kan vara att endast trafiknät för högtrafikförhållanden funnits tillgängliga.

Med en strukturerad modell och en annan indelning av de uppdelade parametrarna (0-10 resp 11-) bekräftas väntetidens avtagande vikt. Den låga bytestidsvikten i det undre intervallet jämfört med vikten i intervallet "21-" indikerar även att det är sannolikt att bytestidsvikten ökar med bytestidens längd.

Vänte- och bytestidsvikter

Icke-linjära vänte- och bytestider har även prövats för samtliga service- och rekreationsresor. Eftersom restidsparametern var osäkert skattad görs jämförelsen i stället mot den uppdelade vänte- respektive bytestidsparametern. Följande resultat erhålls då:

Tabell Värdering av vänte- och bytestid

	ouppdelad	0-20 min	21- min
Besök i annans bostad			
Väntetid	1,0	2,1	(-)
Bytestid	1,0	(-)	2,9
Alla service/rekr			
Väntetid	1,0	1,5	0,8
Bytestid	1,0	0,8	1,3

(-) = ej signifikant parameter

Tabellen visar (när parametrarna är signifikanta) att korta väntetider värderas mer negativt än genomsnittligt och att långa värderas mindre negativt, dvs väntetidsvärderingen sjunker med väntetidens längd.

På motsvarande sätt visar tabellen att värderingen av bytestiden stiger med bytestidens längd. Resultaten för arbetsresematerialet från Göteborg bekräftas således.

Öresundsresorna är speciella av flera skäl (de innebär gränsövergång, de äger i stor utsträckning rum sommartid). De avser också ärenden som inte är direkt jämförbara med vanliga arbets- och inköpsresor. Resultaten är av intresse dels med tanke på skillnaderna gentemot de vikter som redovisats för arbets- och inköpsresor, dels med tanke på de inbördes skillnader som finns i Öresundsmaterialet. Den förstnämnda skillnaden tar sig främst uttryck i den låga vikten på gång- och väntetid. Den sistnämnda skillnaden visar sig främst i att bilrestid värderas lägre än kollektivrestid för vissa ärenden och att gång- och väntetid också kan värderas lägre än kollektivåktid. Vidare värderas båtrestid (unikt för Öresundsresandet) annorlunda än kollektivåktid.

Tabell Vikter i Öresundsmodellerna

Komponent	Arbets- och tjänsteresor	Besöks- och utflyktsresor	Övriga resor
Åktid kollektivt	1	1	1
Åktid bil	1	0,7	0,7
Åktid båt	0,6	0,4	1,5
Gång- och väntetid	1,1	0,8	1

De slutsatser man kan dra av Öresundsresultaten i detta sammanhang torde främst vara att väsentligt annorlunda ressituationer och andra resärenden kan innebära andra vikter än de som rekommenderas för tätortsresor.

10.3 Värdering av sittplats

Enligt Göteborgsundersökningen värderas obehaget att stå till ca 18 kr/timme (i 1982 års prisnivå) utöver åktiden sittande. Detta innebär en vikt för att åka stående på 2,3. Dessutom erhålls ett tidsberoende ståplatstillägg på ca 4,50 kr/resa där trafikanten tvingas stå. Detta tillägg kan dock vara behäftat med vissa fel och bör användas med försiktighet.

TU 71-modellerna från Stockholm innehöll signifikanta estimat på ståplatsvikt. Vikten för att åka stående blev då 1,4 - 1,8 i olika modellformuleringar.

Den sittplatsvärdering som hittills använts i Stockholm har varit 3 - 6 kr i 1982 års prisnivå, vilket motsvarar en vikt på ca 1,25 - 1,5. Denna tidigare beräkning har varit osäker och har grundats på en kombination av uppgifter från olika källor.

Om GS-studiens höga sittplatsvärde används i utvärdering av projekt påverkas resultaten påtagligt. Med de låga vikter som hittills använts har värdet av att kunna erbjuda trafikanterna sittplats fått liten betydelse i den samhällsekonomiska utvärderingen. Med den höga GS-vikten blir förhållandet det omvända.

TU 71-resultaten är generellt sett av betydligt sämre statistisk kvalitet. Just ståplatsvärdena har dock kunnat skattas med god precision.

Tills vidare föreslås att ståplatsvikten 2,0 används och att känslighetsanalyser inom intervallet 1,4 - 2,3 utförs. Ytterligare kunskap är uppenbarligen av stor vikt för att kunna minska osäkerheten om trafikanternas värdering av att ha tillgång till sitt-plats.

10.4 Cykelbanor

Analysresultat som visar trafikanternas värdering av cykelbanor återfinns enbart i GS-studien. Dessa resultat tyder på att restiden på cykel upplevs dubbelt så negativt när det saknas cykelbana, jämfört med när det finns cykelbana.

10.5 Slutsatser och rekommendationer

Restidskomponenter

De redovisade studierna är samstämmiga när det gäller att visa att vänte-, bytes- och gångtid värderas mer negativt än åktid. Den statistiska kvaliteten på resultaten varierar mellan undersökningarna. De hittills mest fullständiga och stabila resultaten har erhållits i Göteborgsundersökningen (GS). Resultaten från denna undersökning förtjänar därför en särskild tyngd när en slutlig uppsättning vikter för arbetsresor skall väljas.

För inköpsresorna är Jönköpingsresultaten de mest fullständiga och tillförlitliga. För besöksresorna finns enbart resultat från Jönköping.

Vikterna i de olika studierna varierar en hel del. De är normalt ej signifikant skilda ifrån varandra (vilket innebär att den statistiska precisionen i estimaten ej är tillräcklig för att medge en exakt bestämning av vikterna).

Vikter används regelmässigt vid utvärdering av projekt. Vikternas storlek har stor betydelse för resultaten. Det är därmed angeläget att genomföra stora högkvalitativa studier för att få säkrare resultat.

Tills vidare föreslås att vikter enligt följande tabell används. P g a osäkerheten anges vikterna avrundade till hel- eller halvtal.

	Arbets- resor	Inköps- resor	Besöks- resor
Åktid	1,0	1,0	1,0
Väntetid	1,5	1,5	1,5
Bytestid	2,0	3,0	2,0
Gångtid hållplats	2,0	2,0	2,0
Gång- och cykeltid hela vägen	2,0	3,0	2,0

Arbetsresevikterna innebär en nedjustering av gångtidsvikterna från Göteborgsstudien.

För inköpsresor finns inga estimerade väntetidsvikter. Det är dock rimligt att anta att denna vikt överensstämmer med arbetsresornas. En högre bytestidsvikt är rimlig med tanke på det extra besväret att byta färdmedel när man har varor att bära på.

Besöksresevikterna innebär att vänte- och bytestidsvikterna antas överensstämma med arbetsresornas.

Ingen av de använda undersökningarna är tillräckligt omfattande för att möjliggöra statistiskt säkra uppdelningar av vänte- respektive bytestidsparametrarna. Eftersom resultaten av Göteborgsundersökningen tydligt indikerar att värderingen påverkas av tidens längd - och eftersom en sådan skillnad är teoretiskt välmotiverad - föreslås att följande vikter, som baseras på Göteborgs- och Jönköpingsresultaten, tills vidare används för alla resärenden när en sådan uppdelning är önskvärd:

	Vikt väntetid	bytestid
Den del av tiden som understiger 10 min per resa	2,0	2,0
Den del av tiden som överstiger 10 min per resa	1,0	3,0

Vid värdering av cykelbanor föreslås att restidsvärdet för cykeltid halveras om cykelbanor finns, jämfört med om cykelbanor saknas helt.

11. TIDSVÄRDEN

Ur åktids- och reskostnadsparametrarna kan trafikanternas värdering av åktiden härledas, uttryckt i t ex kronor per timme. Värdet kommer att påverkas av vilket år undersökningen genomförts. Omräknas tidsvärdena från de olika undersökningarna till 1985 års löne- och prisnivå erhålls:

	Tidsvärde kr/timme i 1985 års pris- och lönenivå
<u>Arbetsresor</u>	
AKU	19
VBB	18
SBK	8
GS bil/koll	18
GS alla färdmedel	18
TULT	23
<u>Inköpsresor</u>	
Västerås	17
Jönköping	14
<u>Besöksresor</u>	
Jönköping	17

AIB-studien saknar parameter för rörlig reskostnad (endast en parkeringskostnadsparameter ingår). Modellen ger därför ej underlag för att beräkna tidsvärden.

Arbetsresemodellerna (förutom SBK-modellen) ger ett tidsvärde på 18 - 23 kr per timme. Detta värde utgör 20 - 30 % av bruttotimlönen och överensstämmer därmed med utländska erfarenheter. SBK-modellens tidsvärde ligger mycket lågt (kostnadsparametern är hög) både jämfört med svenska och utländska studier. Skillnaden förklaras helt av kostnadsparametern. Övriga parametrar överensstämmer väl.

Bortsett från SBK-modellen är således tidsvärdet för arbetsresor mycket likartat och stabilt i undersökningar från olika orter och tidpunkter. För 1985 rekommenderas ett tidsvärde på 18 kr/timme.

Tidsvärdena för inköpsresor är något lägre. För 1985 rekommenderas ett tidsvärde på 15 kr/timme.

För besöksresor finns endast en enda studie. Tidsvärdet från denna är ej signifikant skilt från tidsvärdet för inköpsresor. Det ter sig rimligt att anta samma tidsvärde för besöks- och inköpsresor, dvs 15 kr/timme.

Sammanfattningsvis erhålls följande rekommenderade tidsvärden:

	Tidsvärde kr/timme 1985 års prisnivå
Arbetsresor	18
Inköpsresor	15
Besöksresor	15

De rekommenderade tidsvärdena överensstämmer väl med de värden som rekommenderas av Vägverket.

Samma tidsvärde bör gälla för tätorts- och glesbygdsresor.

Vid andra typer av resor (t ex rekreationsresor) är det sannolikt att tidsvärdet kan vara annorlunda. Öresundsstudien tyder på att tidsvärdet kan variera påtagligt i speciella situationer.

12. ANGELÄGEN FORSKNING OCH UTVECKLING

Hittills har logitmodeller endast prövats för ett fåtal ärenden och valbeslut. Allt talar för att även övriga ärenden och val kan analyseras framgångsrikt.

De teoretiska landvinningarna, och den praktiska möjligheten till samtidig estimering av strukturerade logitmodeller, öppnar nya möjligheter till att estimerasystem av modeller.

Modellerna har hittills gällt samtliga individer i ett visst urval. En angelägen uppgift är att mer studera hur olika grupper av individer värderar de faktorer som styr valet.

Många av de angelägna forskningsområdena kommer att behandlas i projektet RVU 86/87 i Stockholm. De lyckade överförbarhetsresultaten som redovisas i denna rapport talar för att Stockholmsmodellerna kommer att kunna tillämpas även i övriga landet. Ett angeläget projekt kommer att vara att testa om så är fallet.

Det är angeläget att föra ut de kunskaper som vunnits till både forskare och planerare. Detta kan ske i form av en handbok i två delar.

Den första delen skulle behandla modellteori och modellutveckling. En sådan handbok riktar sig till forskare och forskarstuderande, samt kan även fungera som undervisningsmaterial på högskolor.

När Stockholmsresultaten föreligger är det lämpligt att skriva en andra, mer praktiskt inriktad del. Denna del skulle rikta sig till praktiskt verksamma planerare och utgöra en handbok i användningen av modellerna.

Den nu föreliggande rapporten visar tillämpningar av logitmodellen inom trafikområdet. Logitmodellen är dock ett mycket lämpligt verktyg även inom andra områden. Metoden kan komma i fråga för att analysera alla situationer där beslutsenheter av något slag står inför en valsituation. En viktig uppgift för handbokens metoddel är att peka på dessa möjligheter. Handbokens metoddel bör således inte vara enbart inriktad på trafikområdet.

Ytterligare ett angeläget utvecklingsområde är att bygga upp användarvänliga prognosprogram som gör det lättare för personer utan modellkunskap att använda de tillgängliga modellerna.

Tabell Slutmodeller som rekommenderas för
överföring till andra orter
Arbetsresor

	VBB bil koll	GS bil koll	GS alla färds
Bilkonstant		+0,7289 (1,9)	+0,6951 (2,00)
Cykelkonstant			-0,0732 (1,92)
Gångkonstant			+1,2200 (3,28)
Direktbusskonstant			+0,7953 (2,94)
Åktid	-0,0220 (3,2)	-0,0242 (2,4)	-0,0132 (2,56)
Reskostnad	-0,1000 (7,2)	-0,1027 (4,5)	-0,0560 (4,12)
Gångtid park. o hållplats	-0,0280 (3,2)	-0,0774 (4,4)	
Gångtid parkering			-0,0598 (3,73)
Gångtid hållplats			-0,0315 (1,99)
Gång- o cykeltid			-0,0452 (8,75)
Vänte- o bytestid	-0,0340 (3,8)	-0,0379 (3,8)	
Väntetid			-0,0201 (2,75)
Bytestid			-0,0286 (2,87)
Kön - kollektivt		+1,2040 (3,7)	+0,6886 (3,65)
Bil i arbetet		+2,8920 (2,8)	+1,1720 (3,58)
Bilkonkurrens	-1,1400 (5,7)		
Andel cykelväg			+0,0090 (2,73)

	VBB bil koll	GS bil koll	GS alla färds.
Ärende - bil			+0,8333 (3,57)
Sittplats kollektivt			-1,1200 (5,84)
Innerstadsdummy bil			-0,8769 (3,31)

Tabell Slutmodell som rekommenderas för
överföring till andra orter
Inköpsresor

	Jönköping
Bilkonstant	-4,3630 (7,59)
Busskonstant	-4,5860 (8,10)
Cykelkonstant	-3,0550 (14,07)
Åktid bil eller kollektivt	-0,0316 (4,46)
Reskostnad	-0,2288 (6,39)
Gångtid till och från hållplats	-0,0578 (3,03)
Bytestid kollektivt	-0,0872 (2,92)
Gång- och cykeltid 0 - 50 min	-0,0910 (15,11)
51 - min	-0,0443 (6,65)
Ln butiksyta/gren	+1,0000 -
Stormarknadsdummy	+0,2841 (1,90)
Bilkonkurrens - bil	+0,9119 (2,49)
Kön - kollektivt	+1,4730 (4,93)
Kön - gång	+0,7484 (3,17)
Förvärvsarbete - bil	+0,8955 (3,55)
Hushållsstorlek - bil	+0,4293 (4,19)
Ålder - kollektivt	+0,0182 (2,88)

Tabell Slutmodell som rekommenderas för
överföring till andra orter
Besöksresor

	Jönköping
Bilkonstant	-3,8690 (2,56)
Busskonstant	-3,0690 (2,40)
Cykelkonstant	-2,7670 (4,15)
Åktid bil eller kollektivt	-0,0560 (2,61)
Reskostnad	-0,3245 (3,99)
Gångtid till och från hållplats	-0,0199 (0,64)
Väntetid kollektivt	-0,0530 (3,01)
Bytestid kollektivt	-0,0465 (2,35)
Gång- och cykeltid	
0 - 25 min	-0,1312 (3,04)
26 - 50 min	-0,0712 (3,85)
51 - min	-0,0476 (4,45)
Bilkonkurrens - bil	+1,9920 (3,04)
Kön - kollektivt	+0,9397 (1,95)
Kön - gång	+1,6340 (3,79)
Kön - cykel	+1,0220 (1,92)
Förvärvsarbete - bil	+0,0334 (0,09)
Hushållsstorlek - bil	+0,0800 (0,56)
Ålder - kollektivt	+0,0192 (1,61)
Ålder - gång	+0,0030 (0,29)

