



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**

**R19:1972**

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VAJEN  
BIBLIOTEKET

**Val mellan bil  
och kollektiva färdmedel  
i Norrköping**

**Lars Lindahl**

**Bengt Eklind**

**Byggforskningen**

# Val mellan bil och kollektiva färdmedel i Norrköping

Lars Lindahl & Bengt Eklind

Undersökningens främsta syfte var att finna en matematisk modell som vid anpassning till empiriskt material bäst förklarar trafikanternas val mellan bil och kollektiva färdmedel. Ett empiriskt material som insamlats genom hushållsintervjuer i Norrköping 1968 har analyserats med hjälp av diskriminantanalys.

Resultatet av undersökningen består av två delmodeller för färdmedelsfördelningen. Med den ena delmodellen kan andelen kollektivbundna resor bestämmas:

$$P(KB) = 0,33 \cdot z_1 - 0,40 \cdot z_2$$

där

$P(KB)$  = andel kollektivbundna resor för alla resändamål tillsammans

$z_1$  =  $\log$  hushållsstorlek

$z_2$  =  $\log$  hushållets bilinnehav

Med den andra delmodellen kan fördelningen mellan bil och kollektivt bestämmas för de trafikanter som har valfrihet, dvs varken är bil- eller kollektivbundna:

$$P(B) = 0,65 + 0,12 \cdot x_1 + 0,11 \cdot x_2$$

där

$P(B)$  = andel reskedjor med bil

$x_1$  =  $\log$  reslängd

$x_2$  = buss eller spårvagn för kollektivresan

För den senare delmodellen uppställdes även en variant med fem förklarande variabler.

Modellernas användningsområde är vid bestämning av färdmedelsfördelningen i prognoser för tätortstrafik. Vid någorlunda stort resutbyte mellan områdeskombinationer kan prognoserna bli ganska noggranna.

## Bakgrund och syfte

Föreliggande undersökning är en vidarebearbetning av hushållsintervjuer i Norrköping, som utfördes 1968. Intervjuerna ingick ursprungligen i en översyn av stadens kollektivtrafik, som utfördes på uppdrag av en särskilt tillsatt trafikkommitté.

Undersökningens främsta syfte är att finna den matematiska modell, som vid anpassning till empiriskt material bäst kan förklara trafikanternas val mellan bil och kollektiva färdmedel. Man vill också att valmodellen ska kunna användas för färdmedelsfördelning i trafikprognoser för svenska tätorter.

Färdmedelsfördelningen rekommenderas ske i två steg. Först bestämmer

man det färdmedelsbundna resandet, dvs. för vilket resenärer inte anser sig ha möjlighet att välja annat än ett visst färdmedel. Därefter använder man en valmodell för det återstående resandet, dvs de fall där resenären anser sig ha en reell möjlighet att välja olika färdmedel.

Eftersom individuella färdmedel som bil och cykel vanligen parkeras över natten i anslutning till bostaden, bör man använda reskedjor med start och mål i den egna bostaden som beslutsheter vid studium av färdmedelsval.

## Skattningsmetod

Olika faktorerers betydelse för färdmedelsvalet bestäms med diskriminantanalys, en matematisk metod som speciellt tar fasta på klassificering i delpopulationer. Med denna metod är det möjligt att endimensionellt längs en diskriminantaxel åskådliggöra hur delpopulationerna skiljer sig åt.

Diskriminantanalysen utförs stegvis. De förklarande variablerna tas således med i den ordning de lämnar största bidrag till att förklara färdmedelsvalet i det empiriska materialet. Resultatet blir den s.k. diskriminantfunktionen, som beskriver hur bil- och kollektivgruppen är separerade från varandra på diskriminantaxeln. Om man för in fler variabler i diskriminantfunktionen utan att förklaringen härvid nämnvärt ökar, så kommer de olika variabelernas inverkan att bli osäkrare bestämd. Fyra olika kriterier beskrivs för att avgöra när inga ytterligare variabler ska tas med.

På diskriminantfunktionen appliceras sedan en sannolikhetsmodell, varvid sannolikheten att välja bil fås som funktion av de förklarande variablerna. Såväl linjär som normalfördelad sannolikhetsmodell prövas.

## Variabelkatalog

Resvaneundersökningen från 1968 kompletterades med uppgifter om hushållsinkomst, parkeringssvårigheter, reskostnader och turtäthet. Dessutom uppdelades den s.k. spiltiden, den tid resenären inte befinner sig i färdmedlet, i sina beståndsdelar gångtid, väntetid och omstigningstid.

Bestämningen av andelen kollektivbundna resor för samtliga resändamål grundas på ca 1950 observationer och utnyttjade hushållets bilinnehav och

# Bygghforskningen Sammanfattningar

## R19:1972

Nyckelord:

trafikplanering – samhällsplanering, tätort (Norrköping), färdmedel, valmodeller, diskriminantanalys

Rapport R19:1972 avser anslag Bs 765 från Statens råd för byggnadsforskning till Lars Lindahl, Allmänna Ingenjörskyrån AB.

UDK 656.022.1

656.025.2

301

SfB A

ISBN 91-540-2030-1

Sammanfattning av:

Lindahl, L & Eklind, B, 1972, *Val mellan bil och kollektiva färdmedel i Norrköping*. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R19:1972, 69 s., ill. 17 kr.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

Distribution:

Svensk Byggtjänst  
Box 1403, 111 84 Stockholm  
Telefon 08-24 28 60  
Grupp: samhällsplanering

hushållsstorleken som förklarande variabler.

Valmodellen för de ej kollektivbundna reskedjorna mellan bostad och arbetsplats grundas på 203 observationer. I den slutliga analysen användes följande förklarande variabler:

Restidskvot  
Spilltidskvot  
Reslängd för bil  
Parkeringsbeläggning på p-platser på allmän mark i centrum  
Turtäthet  
Buss eller spårvagn för det kollektiva resalternativet  
Direkta resor mellan bostad och arbetsplats eller ej  
Lunchresa till bostaden eller ej  
Hushållsinkomst efter skatt

I de preliminära beräkningarna användes även:

Väntetid för kollektivresan  
Gångtidskvot  
Omstigningstid för kollektivresan  
Reskostnadskvot  
Arbetsplatsens belägenhet i centrum eller ej

I tillämpliga fall prövades olika variabeluttryck, nämligen absolutvärden, differenser, kvoter samt logaritmer av absolutvärden och kvoter.

### Kollektivbundna resor

Den bästa modellen för att bestämma andel kollektivbundna resor blev

$$P(KB) = 0,33 \cdot z_1 - 0,40 \cdot z_2$$

där

$P(KB)$  = andelen kollektivbundna resor av samtliga resor med bil och kollektivt för alla resändamål tillsammans

$z_1$  =  $\log$  antal hushållsmedlemmar över 6 år

$z_2$  =  $\log$  antal bilar som hushållet har tillgång till (om hushållet inte har tillgång till någon bil alls ges  $z_2$  värdet  $\log 0,1$ ).

Följande kompletterande regler gäller:

Om  $P(KB)$  beräknas till negativa värden, sätt 0.

Om  $P(KB)$  beräknas till högre värden än ett, sätt 1.

Den tillhörande diskriminantfunktionen hade en relativt hög korrelationskoefficient, eller 0,72. Modellen ger en hygglig anpassning till det empiriska materialet, sämst för de allra största hushållen.

### Valmodell

Valmodellen för ej kollektivbundna res-

kedjor mellan bostad och arbetsplats får vid en strikt tillämpning av kriterierna för införande av ytterligare variabler endast två förklarande variabler. Vid en mildare tillämpning av kriterierna medtas fem förklarande variabler.

Valmodell med två variabler:

$$P(B1) = 0,65 + 0,12 \cdot x_1 + 0,11 \cdot x_2$$

Valmodell med fem variabler:

$$P(B2) = 0,36 + 0,10 \cdot x_1 + 0,10 \cdot x_2 + 0,06 \cdot x_3 + 0,11 \cdot x_4 + 0,03 \cdot x_5$$

där

$P(B)$  = andel reskedjor med bil mellan bostad och arbetsplats av summa reskedjor med bil och kollektivt mellan bostad och arbetsplats

$x_1$  =  $\log$  reslängd för bil i km

$x_2$  = buss-spårvagn. Om någon del av resan företas med buss = 1; annars 0

$x_3$  =  $\log$  spilltidskvot koll/bil

$x_4$  = lunchresa till bostaden. Om lunchresa = 1; annars 0

$x_5$  =  $\log$  hushållsinkomst efter skatt i kr per hushållsmedlem.

Om  $P(B)$  beräknas till negativa värden, sätt 0

Om  $P(B)$  beräknas till högre värden än 1, sätt 1.

Valmodellen har låg förklaringsgrad. Korrelationskoefficienten för diskriminantfunktionen med två variabler är 0,23 och för fem variabler 0,28. En jämförelse av beräknad och verklig andel bilresenärer för representativa värden på diskriminantaxeln ger dock en hygglig överensstämmelse.

### Resultatkommentarer

I metodkommentarerna till undersökningen framhålls att diskriminantanalys är att föredra framför regressionsanalys, trots att det numeriska resultatet i vissa fall blir detsamma och i andra fall skiljer sig obetydligt åt. Diskriminantanalysens främsta fördel är att man kan studera de båda delpopulationernas utseende på diskriminantaxeln och därigenom få ett bättre underlag för bestämning av sannolikhetsfunktionen.

I resultatdiskussionen jämförs med resultatet av andra undersökningar. Andel kollektivbundna resor har tidigare knappast alls analyserats. Ur en undersökning i Västerås kan man dock uppskatta andelen kollektivbundna arbetsresor till 30 % vilket, trots att full jämförbarhet med Norrköping inte föreligger, antyder att andelen

kollektivbundna resor är lägre i Västerås än i Norrköping. Tänkbara orsaker är bl.a. att skolresor var inkluderade i Norrköping men inte i Västerås och olikheter i den kollektiva trafikens standard.

I den analys av Norrköpingsmaterialet som gjordes 1968–69 hade  $\log$  spilltidskvoten betydelse för valet mellan bil och kollektiva färdmedel. Denna variabel kom dock inte med i den aktuella valmodellen vid en strikt tillämpning av kriterierna för införande av ytterligare variabler i diskriminantfunktionen. Huvudorsaken till detta torde vara att en stor del av spilltidskvotens bidrag till förklaringen sugs ut av de två först medtagna variablerna  $\log$  reslängd och buss-spårvagn.

Valmodellen är framtagen ur individuella resdata. Då den tillämpas i trafikprognosarbetet används den emellertid för det framtida resultatet i en områdeskombination i tätorten. Genom beräkning av konfidensintervall för andelen bilåkare visas att det finns möjligheter till ganska noggranna uppskattningar om antalet resor i den aktuella områdeskombinationen är någorlunda stort.

Användbarheten av valmodellen med två förklarande variabler är något begränsad till följd av att reslängden inte förmår beskriva effekterna av kortsiktiga åtgärder för att öka användningen av det kollektiva trafiksystemet. Denna valmodell är användbar för färdmedelsfördelning i trafikprognoser vid långsiktig översiktsplanering där verksamhetens lokalisering till olika delar av tätorten övervägs.

Trots att koefficienterna i valmodellen med fem förklarande variabler är osäkrare bestämda torde även denna valmodell kunna vara till ledning vid trafikprognoser för andra svenska tätorter, givetvis under förutsättning att variablerna är relevanta för den aktuella prognossituationen.

Fortsatt forskning rekommenderas om färdmedelsbundna reskedjor, bl.a. om orsakerna till att de är färdmedelsbundna samt fördelningen på resändamål och delområden i tätorten. För den fortsatta forskningen rekommenderas också en systematisk avvägning mellan det bidrag till förklaringen som en variabel kan ge och dess användbarhet för analys av olika frågeställningar.

# Private car or public transport in Norrköping

Lars Lindahl & Bengt Eklind

*The main purpose of the survey was to find the mathematical model which best explains commuters' choice of the private car or public transport on adaptation to empirical material. The empirical material in question was collected by means of interviews with households in Norrköping in 1968 and has been analysed with the aid of discriminant analysis.*

*The survey yielded two partial modal split models. One of these models permits us to determine the percentage of captive riders by public transport*

$$P(KB) = 0.33 \cdot z1 - 0.40 \cdot z2$$

*where  $P(KB)$  = percentage of captive riders by public transport to all destinations*

*$z1$  =  $\log$  size of household*

*$z2$  =  $\log$  households' car ownership*

*The second model permits us to establish the proportions of trips by car and by public transport in the case of commuters who are able to choose; i.e. are not forced to opt for either the private car or public transport exclusively.*

*Here*

$$P(B) = 0.65 + 0.12 \cdot x1 + 0.11 \cdot x2$$

*where*

*$P(B)$  = percentage of chains of trips by car*

*$x1$  =  $\log$  length of trip*

*$x2$  = bus or tram for trips by public transport*

*A variant of the latter model was also submitted in which there were five explanatory variables.*

*The models are designed for use in the modal split procedure included in travel forecasts for urban areas. Forecasts can be fairly accurate where there is a reasonably large amount of trips between the subareas that are used in the travel forecasting technique.*

## Background and purpose

This survey is a continuation of the interviews conducted with households in Norrköping in 1968. These interviews were originally part of a survey of the city of Norrköping's public transport system conducted by a specially appointed traffic commission.

The main purpose of the survey is to find the mathematical model which after adaptation to empirical material best explains the preference of commuters for the private car or public transport. A further requirement is that the model should be suitable for the modal split procedure included in travel forecasts for urban areas in Sweden.

The recommended method for establishing the percentage of trips represented by each form of transport involves two stages. The first step is to determine the amount of travel related exclusively to one form of transport, i.e. where passengers do not feel that they have any other choice of transport. A model is then chosen for other travel, i.e. travel where passengers consider themselves to have a choice between different forms of transport.

As private means of transport such as the motor car and the bicycle are normally parked overnight in the vicinity of the home, we should when attempting to study choice of transport begin with the assumption that chains of trips begin and end outside the individual home.

## Method of estimation

The significance of different factors in choice of transport is determined by means of discriminant analysis, a mathematical method which places particular emphasis on classification in given population sectors. Use of this method makes it possible to discern how population sectors differ along the one-dimensional discriminant axis.

Discriminant analysis is carried out in stages, the explanatory variables being included in the order in which they help explain the choice of transport in the empirical material. This yields what is known as the discriminant function which describes how the private and public transport groups are segregated on the discriminant axis. If several variables are used without improving the degree of explanation, determination of the effect of the different variables will be less reliable. Four different criteria are described in order to determine at what point no further variables need be considered.

A probability model is then applied to the discriminant function. This reveals the probability of the private car being chosen given the explanatory variables. A probability model of linear type and one based on normal distribution were tested.

## List of variables

The survey on frequency of travel conducted in 1968 was supplemented with data on household incomes, parking problems, travelling expenses and frequency of public transport services. The travelling time during which the passenger is not actually travelling was also divided up into its respective elements, i.e. walking time, waiting time and time spent changing trains, buses etc.

# National Swedish Building Research Summaries

R19:1972

Key words:

*traffic planning – urban planning, built-up area (Norrköping), transport, models for free choice, discriminant analysis*

Report R19:1972 has been supported by Grant Bs 765 from the Swedish Council for Building Research to Lars Lindahl, Allmänna Ingenjörbyrå AB.

UDC 656.022.1

656.025.2

301

SfB A

ISBN 91-540-2030-1

Summary of:

Lindahl, L & Eklind, B, 1972, *Val mellan bil och kollektiva färdmedel i Norrköping*. Private car or public transport in Norrköping. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R19:1972, 69 p., ill. 17 Sw. Kr.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:

Svensk Byggtjänst  
Box 1403, S-111 84 Stockholm  
Sweden

The percentage of captive riders by public transport to all destinations is established on the basis of some 1950 observations, using car ownership and size of households as explanatory variables.

The model for free choice trips between home and work is based on 203 observations. The following explanatory variables were used in the final analysis.

Travelling time ratio  
 Excess time ratio  
 Length of journey by car  
 Parking on public car park in city centre  
 Frequency of runs  
 Bus or tram for the public transport alternative  
 Door-to-door trips between home and work or not  
 Lunch at home or not  
 Household income after tax deductions etc.

The preliminary calculations also used the following variables:  
 Time spent waiting for public transport  
 Walking time ratio  
 Time consumed changing trains, buses etc.  
 Travel expenses ratio  
 Workplace located in the city centre or not

Where possible, different expressions of variables were tested; i.e. absolute values, differences, ratios and logarithms of absolute values and ratios.

### Travel by public transport

The best model for establishing the percentage of captive riders by public transport was the following:

$$P(KB) = 0.33 \cdot z_1 - 0.40 \cdot z_2$$

where

$P(KB)$  = percentage of captive riders by public transport to all destinations  
 $z_1$  =  $\log$  number of members of household over the age of 6 years  
 $z_2$  =  $\log$  number of cars to which each household has access (if the household is wholly without access to cars,  $z_2$  is expressed as  $\log 0.1$ ).

The following rules must also be observed

If  $P(KB)$  is found by calculation to be negative, put 0.

If  $P(KB)$  is found to be higher than 1, put 1.

The accompanying discriminant function exhibited a relatively high correlation coefficient, i.e. 0.72. The model fits the empirical material reasonably well, although least well in the case of the largest households.

### Choice model

If the criteria for the introduction of

further variables are strictly observed, the choice model for trips not undertaken by public transport between the home and the place of work will include only two explanatory variables. Less stringent application of the criteria permits the inclusion of five explanatory variables.

Choice model with two variables:

$$P(B1) = 0.65 + 0.12 \cdot x_1 + 0.11 \cdot x_2.$$

Choice model with five variables:

$$P(B2) = 0.36 + 0.10 \cdot x_1 + 0.10 \cdot x_2 + 0.06 \cdot x_3 + 0.11 \cdot x_4 + 0.03 \cdot x_5$$

where

$P(B)$  = percentage of car trips between home and work out of all trips between home and work

$x_1$  =  $\log$  length of car trip in km

$x_2$  = bus/tram. If part of the trip takes place by bus, put 1, otherwise 0.

$x_3$  =  $\log$  excess time ratio, public transport/private car.

$x_4$  = trip home for lunch. If a trip is made home for lunch, put 1, otherwise 0.

$x_5$  =  $\log$  household income after tax deductions etc. in terms of kronor/member of household.

If  $P(B)$  is found by calculation to be negative, put 0.

If  $P(B)$  found to be higher than 1, put 1.

The choice model has a low explanatory value. The correlation coefficient for the discriminant function is 0.23 with two variables and 0.28 with five variables. Comparison of calculated and recorded percentages of car travellers for some representative values on the discriminant axis, however, shows fairly good agreement.

### Comments on results

It is maintained in the comments on the methods used for the survey that discriminant analysis is preferable to regression analysis, despite the fact that in some cases the numerical result is identical and in others almost identical. The main advantage of discriminant analysis is that it permits us to study both sectors of the population separately as they appear on the discriminant axis and thus to obtain a better basis for establishing the probability function.

Comparisons are made with the results obtained from other studies. The percentage of captive riders by public transport has scarcely been analysed in previous studies. On the basis of a study conducted in Västerås, however, captive riders to work by public transport can be estimated to be in the region of 30 %, which, although this is not fully comparable with the Norrköping case, does in-

dicate that the percentage of trips by public transport is smaller in Västerås than in Norrköping. Possible reasons for this are that travel to school was included in Norrköping, but not in Västerås, and that there may be differences in the standard of public transport services available.

In the analysis of the Norrköping material carried out in 1968–1969 the  $\log$  excess time ratio was of significance to the choice between car and public transport. This variable is, however, not included in the present choice model, if the criteria governing the introduction of further variables in the discriminant function are strictly observed. The main reason for this would seem to be that a large portion of the excess time ratio's contribution to the explanation is cancelled out by the first two variables included,  $\log$  length of trip and bus/tram.

The choice model has been constructed from individual travel data. However, when applied in traffic forecasting, it is used to establish the future modal split for trips between subareas used in the travel forecasting procedure for an urban area. Calculation of the confidence interval for the proportion of motorists reveals that it is possible to make fairly accurate estimates provided that a reasonably large number of trips are made in the area combinations in question.

The range of use for the choice model with only two explanatory variables is somewhat limited due to the fact that the length of the journey cannot reflect the effects of short-term measures designed to increase use of the public transport facilities. This model can, however, be used for classification of types of transport in traffic forecasts for long-term comprehensive planning in which the location of different activities in different parts of an urban area is being considered.

Despite the fact that the coefficients in the choice model with five explanatory variables are less reliably determined, even this model may be able to provide some guidance for traffic forecasts on other Swedish towns, providing of course that the variables are relevant to the current forecasting situation.

Further research is recommended on, trips limited to one form of transport, and also on the reasons for their being restricted to one type of transport, distribution of destinations and districts making up the urban centre as a whole. It is also proposed that a systematic effort should be made to compare a variable's possible explanatory value and its usefulness in analysis of different problems.

Rapport R19:1972

VAL MELLAN BIL OCH KOLLEKTIVA FÄRDMEDEL I NORRKÖPING

CHOICE BETWEEN PRIVATE CAR AND PUBLIC TRANSPORT IN  
NORRKÖPING

av Lars Lindahl & Bengt Eklind

Denna rapport avser anslag Bs 765 från Statens råd  
för byggnadsforskning till tekn dr Lars Lindahl. För-  
säljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm  
ISBN 91-540-2030-1

Rotobekman Stockholm 1972



## FÖRORD

Ett uttryck för levnadsstandardökningen är den ökade tillgången till bilar. Med ökande biltäthet minskar användningen av kollektiva färdmedel. Biltrafiken utövar ett kraftigt tryck, som hotar att spränga centrum, den funktionellt och kulturellt sett viktigaste delen av tätorten. Färdmedelsvalet är en central faktor, när det gäller att analysera tänkbara åtgärder för att få till stånd en balanserad utveckling av tätortstrafiken.

Resvanorna i Norrköping undersöktes 1968 på uppdrag av en parlamentarisk trafikkommitté. Föreliggande undersökning är en vidarebearbetning av det då insamlade materialet. Efter viss komplettering har det kunnat utnyttjas för rätt ingående analyser. Det är vår förhoppning, att rapporten ska bidra till utvecklingen av säkrare modeller för färdmedelsval.

Undersökningen har genomförts vid Allmänna Ingenjörbyrå AB, avd för trafikteknik, under ledning av tekn dr Lars Lindahl. De statistiska beräkningarna har omhänderhaftas av fil kand Bengt Eklind.

Vi vill rikta ett tack till Statens råd för byggnadsforskning som bekostat undersökningen och Norrköpings kommun som ställt intervju-materialet till förfogande.

Stockholm i september 1971

ALLMÄNNA INGENJÖRSBYRÅN AB

Avd trafikteknik

  
Åke Claesson



## INNEHÅLL

FÖRORD .....	5
CAPTIONS.....	9
DEFINITIONER .....	11
1. SYFTEN.....	12
2. ANGREPPSSÄTT .....	13
2.1 Metod för fördelning på färdmedel .....	13
2.1.1 Allmänt .....	13
2.1.2 Indelning efter resändamål .....	14
2.1.3 Reskedjan som beslutsenhet .....	14
2.1.4 Eliminering av färdmedelsbundna reskedjor .....	15
2.2 Skattningsmetod .....	16
2.3 Variabeluttryck .....	19
3. UTFÖRANDE.....	20
3.1 Använt empiriskt material .....	20
3.1.1 Intervjuundersökningen 1968 .....	20
3.1.2 Komplettering av intervjuundersökningen .....	21
3.1.3 Begränsningar beroende på det empiriska materialet .....	22
3.2 Skattningsmetod.....	23
3.3 Variabelkatalog .....	24
4. BERÄKNINGSRESULTAT.....	26
4.1 Andel kollektivbundna reskedjor .....	26
4.2 Valmodell för ej färdmedelsbundna reskedjor .....	28
4.2.1 Slutsatser av den preliminära valmodellen .....	28
4.2.2 Modellansats för den slutliga valmodellen .....	29
4.2.3 Bestämning av diskriminantfunktionen .....	30
4.2.4 Applicering av sannolikhetsfunktioner .....	33
5. DISKUSSION AV RESULTATEN OCH DERAS TILLÄMPNINGAR .....	35
5.1 Metodsynpunkter .....	35
5.1.1 Jämförelse mellan diskriminant- och regressionsanalys .....	35
5.1.2 Kriterier för bestämning av vilka variabler som ska medtas .....	36
5.2 Val mellan bil och kollektiva färdmedel .....	37
5.2.1 Andel kollektivbundna reskedjor .....	37
5.2.2 Valmodell för ej färdmedelsbundna reskedjor .....	41
6. REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATT FORSKNING .....	50

LITTERATUR .....	52
------------------	----

#### BILAGOR

1.	Bildande av koefficienterna i diskriminantfunktionen .....	54
2.	Frågeformulär vid Norrköpingsundersökningen 1968 .....	56
3.	MSQ-kriteriet för hur många variabler som ska tas med i diskriminantfunktionen .....	60
4.	Medelvärde och spridning för samtliga förklarande variabler .....	63
5.	Beräkning av konfidensintervall för andelen bilresenärer vid olika områdesstorlek .....	64
6.	Preliminär modell för färdmedelsval .....	66

## CAPTIONS

- TAB. 1 Trips between home and place of work where a choice exists between different forms of transport. Interview poll conducted in 1968.
- TAB. 2 List of variables for the final analysis of the choice model for journeys to work.
- TAB. 3 Comparison of calculated and recorded percentage of captive riders by public transport.
- TAB. 4 Percentage of captive riders by public transport in relation to the number of cars to which a household has access.
- TAB. 5 Percentage of captive riders by public transport in relation to the number of members per household.
- TAB. 6 F-values for the different versions of the model including different numbers of variables in the step-wise discriminant analysis.
- TAB. 7 Basis for determining the number of variables which according to different criteria should be included in version 3 of the model.
- TAB. 8 Example showing how the size and mean error of the coefficient varies at different stages when several variables are introduced.
- TAB. 9 Trips to work by car and by public transport. Västerås.
- TAB. 10 Captive riders between home and work in two cities of the USA.
- TAB. 11 Means and standard deviations for the groups traveling by car and public transport respectively when applying the first two variables on the list.
- TAB. 12 Distribution of employed population between the car and public transport according to where lunch is eaten. Västerås.
- TAB. 13 Example of confidence interval for the percentage of motorists for different number of trips between combinations of subareas.
- TAB. 14 List of variables for preliminary analysis of choice of transport to the place of work.
- TAB. 15 Examples of both theoretically and empirically established percentages of motorists for different values along the discriminant axis.

- FIG. 1 Bases for commuters decision of means of transport between the home and the place of work.
- FIG. 2 Number of commuters having a certain value on the discriminant axis classified according to actual behaviour. Sketch diagram.
- FIG. 3 Basic correlation between the probability and discriminant function.
- FIG. 4 Comparison of theoretical and empirical levels of probability as regards choice of car using different probability models.
- FIG. 5 Basic principles for determination of the percentage of captive riders using a choice model both for captive riders and riders with a free choice.
- FIG. 6 Grouping of carborne commuters and public transport commuters along the discriminant axis.
- FIG. 7 Examples of the frequency function for two estimators with different means and different deviation.

## DEFINITIONER

Resa	Förflyttning från en uppehållspunkt till en annan.
Reskedja	Av en person företagna resor från det att han lämnar en viss uppehållspunkt till dess att han första gången återkommer dit.
Färdmedelsbunden reskedja	Reskedja med start i en stadigvarande uppehållspunkt, för vilken resenären anser sig endast kunna använda ett enda färdmedel (en nyanserad uppfattning av begreppet "captive trip"). Exempel: Kollektivbunden reskedja, bilbunden reskedja.
Färdmedelsbunden resenär	Resenär som för en viss reskedja, med start i en stadigvarande uppehållspunkt, anser sig endast kunna använda ett enda färdmedel (motsvarar ungefär "captive rider").

Huvudsyftet är att ställa upp en matematisk modell för Norrköpingstrafikanternas val mellan bil och kollektiva färdmedel och bestämma siffervärden på ingående konstanter. Härvid eftersträvas att så ingående som det tillgängliga materialet tillåter söka förklara det konstaterade beteendet. Man eftersträvar också att anpassa modellen till den situation som trafikplaneraren befinner sig i då han ska göra färdmedelsfördelningen, särskilt med tanke på den då till buds stående informationen om befolkning, markanvändning, trafiksystem etc.

Ett annat viktigt syfte är att söka ge synpunkter på användningen av en matematisk metod (diskriminantanalys) för att ur empiriskt material skatta koefficienterna som ingår i valmodellen.

Det bör också anges hur den erhållna valmodellen på lämpligaste sätt kan utnyttjas i svensk trafikplanering.



## 2. ANGREPPSSÄTT

### 2.1 Metod för fördelning på färdmedel

#### 2.1.1 Allmänt

Här behandlas färdmedelsfördelning för resor inom tätorter, även om principerna är tillämpbara också för resor mellan tätorter.

Färdmedelsfördelningen är en del av trafikprognosarbetet. Förutom att trafiken i prognosberäkningarna ska fördelas på färdmedel, ska den också fördelas på områden och vägar. Den lämpligaste ordningsföljden mellan dessa fördelningsmoment är vanligen att först fördela trafiken på områdeskombinationer, sedan på färdmedel för varje områdeskombination för sig och slutligen på vägar för varje färdmedel och områdeskombination för sig. Andra ordningsföljder mellan fördelningsmomenten förekommer och utvecklingsarbete pågår på flera håll för att åstadkomma en praktiskt användbar modell för samtidig fördelning på områden, färdmedel och vägar. Den största svårigheten härvidlag är att bestämma en motståndsfunktion som beskriver hur olika typer av uppföringar (kostnader, tidsåtgång, olycksrisker, komfort m m) påverkar resebeteendet.

Föreliggande undersökning har anpassats till ordningsföljden områdesfördelning, färdmedelsfördelning och fördelning på vägar. Det antas sålunda att prognosområdet (tätorten) uppdelats i ett, med hänsyn till tillgängligt prognosunderlag och erforderlig noggrannhet i slutresultatet, lämpligt antal delområden.

Vidare antas att den totala resalstringen (inkluderande samtliga färdmedel) har bestämts och fördelats på områden innan färdmedelsfördelningen utförts.

Färdmedelsfördelningen utförs då lämpligen i följande steg, varav de viktigaste kommer beräknas i följande avsnitt:

- Dela in resalstringen efter huvudsakligt resändamål
- Dela om möjligt in resalstringen i reskedjor (eljest får "resa" användas som beslutsenhet)

- Bestäm andelen färdmedelsbundna reskedjor
- Bestäm preliminärt de ej färdmedelsbundna reskedjornas fördelning på färdmedel
- Kalibrera valmodellen mot snitträkningar av konstaterad färdmedelsfördelning i det aktuella fallet
- Justera de preliminära beräkningarna med ledning av kalibreringsresultatet.

### 2.1.2 Indelning efter resändamål

Resalstringens indelning efter resändamål är betingad dels av att arbetsresorna vanligen är dimensionerade för trafikapparaten och dels av att det finns olikheter i resbeteendet, t ex avseende restidsvärdering och personbilsbeläggning.

I föreliggande undersökning har resandet indelats i bostads- arbetsresor och övriga resor. I många fall är det emellertid motiverat med en mer detaljerad indelning.

### 2.1.3 Reskedjan som beslutsenhet

Det torde inte vara den enskilda resan som är beslutsenheten för resenärens val av färdmedel. Förekomsten av övergripande beslutsramar för arbetsresor visas i FIG. 1.

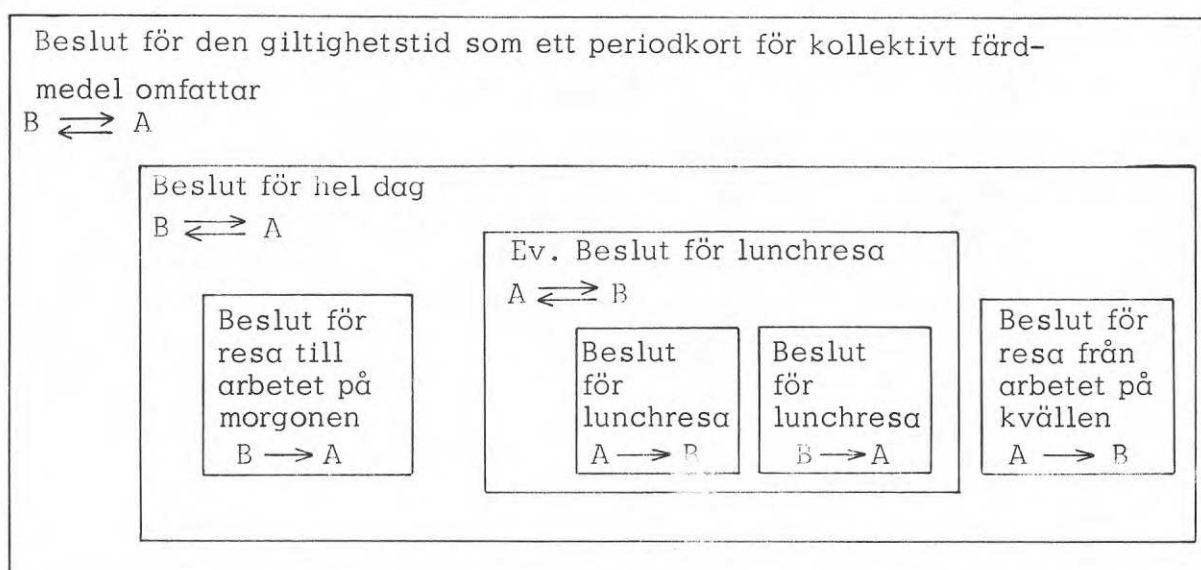


FIG. 1. Beslutsramar för trafikantens val av färdmedel mellan bostad (B) och arbetsplats (A).

Vi har utgått från att man får en god approximation av resenärens beslutssituation om man betraktar reskedjor som startar i bostaden som beslutsenheter. Vi menar att man inte har en reell möjlighet att välja mellan individuellt och kollektivt färdmedel för andra reskedjor än de som startar i bostaden. Orsaken till denna bedömning är framför allt att ett individuellt färdmedel (t ex bil och cykel) mycket ogärna parkeras för någon längre tid (t ex längre än ett dygn) på något annat ställe än vid bostaden.

Förekomst av periodkort för kollektiva färdmedel innebär att man måste överväga ännu större beslutsenheter än reskedjor, nämligen allt resande under en tidsperiod som motsvarar periodkortets giltighet. Relevanta uppgifter om sådana beslut har inte förelegat i det aktuella materialet, varför analysen inte kunnat göras på det sättet. Inverkan på resultatet av denna begränsning har emellertid inte bedömts vara allvarlig.

Om färdmedelsvalet sker enbart mellan olika kollektiva färdmedel finns det inga svårigheter att byta färdmedel mellan olika länkar i en reskedja, varför i detta fall beslutsenheten skulle kunna vara den enskilda resan. I föreliggande fall studeras dock beslutssituationer där en möjlighet varit att färdas med bil och därför måste beslutsenheten åtminstone vara reskedjan. Bilpassagerarna är för övrigt i detta fall närmast jämförbara med kollektivresenärerna eftersom de inte behöver bry sig om att parkera bilen.

Under vissa förutsättningar kan reskedjan bostad-arbetsplats-bostad vid analysen representeras av resan bostad-arbetsplats. Det krävs då i första hand att de förklarande variablerna är lika för resan bostad-arbetsplats som för arbetsplats-bostad vilket vanligen torde vara fallet. Dessutom behöver man emellertid också kontrollera om det förekommit resor mellan arbete och bostad under lunchen samt om resenären besökt flera uppehållspunkter på väg till eller från arbetet.

#### 2.1.4 Eliminering av färdmedelsbundna reskedjor

Bestämningen av andel färdmedelsbundna reskedjor sker för att från det fortsatta arbetet kunna eliminera reskedjor för vilka val-

frihet mellan olika färdmedel inte föreligger. Det är härvid enklare att bestämma de kollektivbundna än de bilbundna reskedjorna, beroende på att det går lättare att konstatera att en person inte har tillgång till bil än att han inte kan använda kollektivt färdmedel.

Bilbundna resor kan förekomma i de fall en person behöver bilen i arbetet eller för något ärende som uträttas under lunchen eller i samband med resan till eller från arbetet. I föreliggande fall har det tyvärr inte funnits möjligheter att analysera bilbundna resor, till följd av att denna aspekt inte penetrerats i intervjuerna.

## 2.2 Skattningsmetod

Vid försök att finna ett antal variabler som förklarar val av färdmedel, kan man dela upp populationen resenärer i ett antal delpopulationer, en för varje slag av färdmedel som används. I vårt fall motsvarar detta de två delpopulationerna bil- och kollektivresenärer. Utgångspunkten är att man försöker karaktärisera dessa delpopulationer eller klasser så att man med kunskap om en trafikants värden på några variabler kan prognostisera vilken delpopulation han sannolikt tillhör. I detta syfte måste vi bestämma den relativa betydelsen mellan olika faktorer för val av färdmedel.

En matematisk metod som speciellt tar fasta på klassificering i delpopulationer är diskriminantanalys. Man kan utföra en sådan analys från två utgångspunkter:

- Att i en linjär funktion  $\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n$  bestämma  $\alpha_1: \alpha_2: \dots: \alpha_n$  så att så få personer som möjligt blir klassificerade i den delpopulation, som den enligt sitt observerade beteende ej tillhör.
- Att i en linjär funktion  $\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n$  bestämma  $\alpha_1: \alpha_2: \dots: \alpha_n$  så, att kvadraten på avståndet mellan de båda delpopulationernas medelvärden är så stort som möjligt i relation till variansen inom varje population.

För matematisk härledning används det sistnämnda kriteriet, jämför BIL. 1. I denna bilaga definieras också diskriminantfunktionen,

som bl a gör det möjligt att åskådliggöra delpopulationernas separering endimensionellt längs diskriminantaxeln.

Om problemet enbart vore att klassificera i delpopulationer, vore det ganska klart, att diskriminantanalys skulle vara att föredra framför exempelvis regressionsanalys.

Det är emellertid troligare, att varje person har olika sannolikheter att välja ett visst färdmedel vid olika värden på diskriminantaxeln. För en population av resenärer kan vi tolka sannolikheten som den andel resenärer, som använder ett visst färdmedel vid olika värden på diskriminantfunktionen.

När vi skall applicera en sannolikhetsfunktion kan vi tänkas befinna oss i det läge, som framgår av FIG. 2.

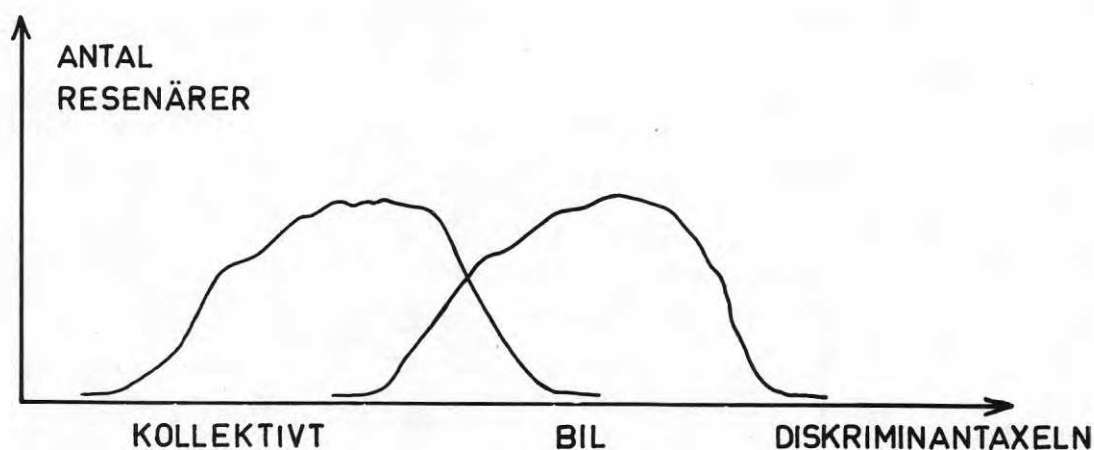


FIG. 2. Antal resenärer med visst värde på diskriminantaxeln uppdelade efter verkligt beteende.

Vi söker därför en sannolikhetsfunktion, jämför FIG. 3.

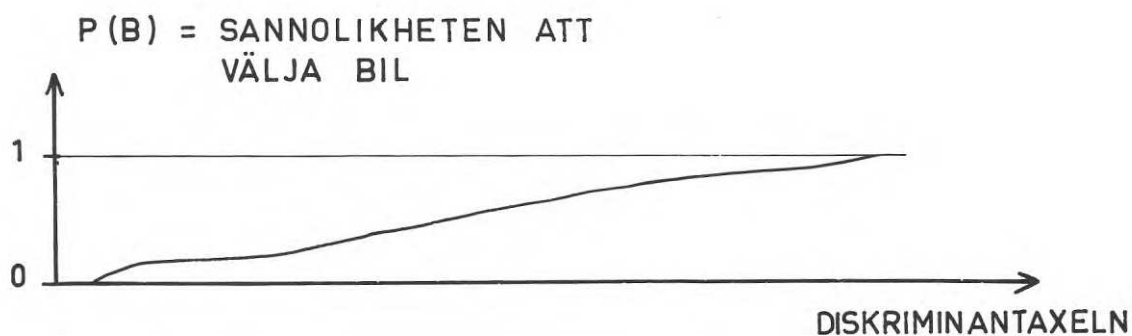


FIG. 3. Principiellt samband mellan sannolikhets- och diskriminantfunktionen.

Man kan i princip använda sig av vilken sannolikhetsfördelning som helst, men de två vanligaste förfaringssätten tycks vara:

- Att applicera en rätlinjig sannolikhetsfunktion
- Att anta att de olika delpopulationernas diskriminantfunktioner är normalfördelade, varvid sannolikhetsfunktionen får S-form.

Enligt Warner (1962) får man om man på diskriminantfunktionen  $D$  påför en linjär sannolikhetsmodell enligt

$$P = c_0 + c_1 D = c_0 + c_1 \alpha_1 x_1 + c_1 \alpha_2 x_2 + \dots + c_1 \alpha_n x_n$$

samma numeriska resultat som vid en linjär multipel regressionsanalys. Härvid bildas  $c_0$  som  $\bar{y} - c_1 \alpha_1 \bar{x}_1 - c_1 \alpha_2 \bar{x}_2 - \dots - c_1 \alpha_n \bar{x}_n$  där  $\bar{x}_i$  är medelvärdena för de förklarande variablerna och  $\bar{y}$  är andelen bilresenärer. Hur  $c_1 \alpha_i$  bildas framgår av Quarmby (1967).

Warner har också visat hur man enkelt kan applicera en normalfördelning som sannolikhetsmodell i diskriminantanalysen. I detta fall bildas en funktion

$$P(B) = \frac{e^{G(x)}}{1 + e^{G(x)}}$$

där  $P(B)$  är andelen bilresenärer.

$G(x)$  är diskriminantfunktionen + en konstant så vald att man får sannolikheten för normalfördelningsfallet. För härledning av  $G(x)$ , se Warner (1962).

Av detta framgår också, att vi för den linjära sannolikhetsmodellen kunde ha gjort en direkt anpassning med multipel linjär regressionsanalys. Det är också möjligt att direkt anpassa en kumulativ normalfördelningsliknande funktion och få en funktion av samma typ som Warner fick

$$P(B) = \frac{e^{L(x,\alpha)}}{1 + e^{L(x,\alpha)}}$$

där  $L(x,\alpha)$  är en linjär funktion av de olika  $x$ -variablerna och av en konstant  $\alpha$ , se Stopher (1969).

Vid bestämningen av om sannolikhetsfunktionen bör vara linjär eller av normalfördelningstyp bör man också beakta, att man vid linjär sannolikhetsmodell riskerar att få sannolikheter större än 1 och mindre än 0.

### 2.3. Variabeluttryck

Man kan tänka sig olika sätt att matematiskt uttrycka de förklarande variablerna, exempelvis absolutvärden, differenser, kvoter och logaritmer.

Frågan om man bör beskriva t ex skillnaden i restid mellan olika färdmedel med hjälp av restidsdifferens eller restidskvot har diskuterats i litteraturen. Man kan visa att båda uttryckssätten i specialfall ger bristfälliga beskrivningar av valsituationen. Om man söker döma efter vilka variabeluttryck som medför den bästa anpassningen till empiriskt material ger litteraturen ingen entydig ledning beträffande differens eller kvot.

Även olika kombinationer av ovan nämnda uttryckssätt har använts i vissa undersökningar. En nackdel med sådana är att de lätt blir svårtolkade.

För att pröva flertalet olika möjligheter använder vi i tillämpliga fall absolutvärden, differenser, kvoter samt logaritmer av absolutvärden och kvoter.

### 3. UTFÖRANDE

#### 3.1 Använt empiriskt material

##### 3.1.1 Intervjuundersökningen 1968

På uppdrag av en särskilt tillsatt trafikkommitté utförde Allmänna Ingenjörbyrå AB 1968-69 en trafikundersökning i Norrköping med syfte att föreslå hur tätortens kollektivtrafik kan förbättras till rimliga kostnader. Undersökningen redovisas i Kollektivtrafik i Norrköping (1968-69). Som ett led i denna undersökning utfördes i dec. 1968 en skriftlig intervju av ca 600 hushåll för att söka klarlägga olika faktorerers inverkan på färdmedelsvalet. Hushållen tillfrågades om hushållsstorlek, tillgång till bil, resorna inom tätorten samt orsakerna till val av färdmedel till centrumområdet. Om avflyttade och avlidna i stickprovet frånräknas erhöles svar från 95,6% av de tillfrågade, vilket får anses fullt tillfredsställande. Frågeformuläret visas i BIL. 2.

En sammanställning av arbetsresor för vilka förelåg valmöjlighet mellan olika färdmedel visas i TAB. 1.

TAB. 1 Resor mellan bostad och arbetsplats (skola) med valmöjlighet mellan olika färdmedel i intervjuundersökningen 1968. Källa: Kollektivtrafik i Norrköping, rapport 2(1969)

Tänkbara färdmedel	Valt färdmedel					Summa
	buss eller spårvagn	bil (förare)	bil (pass)	taxi	cykel	
Buss el. spårvagn, bil	22	102	4	0	0	128
Buss el. spårvagn, bil, taxi	13	86	2	0	0	101
Buss el. spårvagn, bil, cykel	3	21	3	0	5	32
Buss el. spårvagn, bil, taxi, cykel	19	83	0	0	13	115
Summa	57	292	9	0	18	376



### 3.1.2 Komplettering av intervjuundersökningen

Resvaneundersökningen från 1968 kompletterades inom ramen för föreliggande projekt med hushållsinkomst, parkeringssvårigheter, reskostnader, turtäthet, uppdelning av spiltiden i gångtid, väntetid och omstigningstid, om kollektivresorna gjordes med spårvagn eller buss, om arbetsresor företogs direkt mellan bostad och arbetsplats samt om resenären utförde fler än en reskedja bostad - arbetsplats - bostad samma dag (i så fall vanligtvis lunchresa till bostaden).

Hushållsinkomsten har beräknats som ett medelvärde för alla familjemedlemmar av sammanräknad nettoinkomst efter skatt. Nettoinkomst före skatt erhöles för varje inkomsttagare ur inkomstlängderna och skatten bestämdes med ledning av skattetabeller för 1968.

Uppgifterna om parkeringssvårigheter grundas på en av staden gjord undersökning i Norrköpings centrala delar i maj 1970. Medelbeläggningen på platser på allmän mark under tiden 07.00 - 19.00 utnyttjas som mått på parkeringssvårigheter. Maxbeläggningen undersöktes också, men eftersom den inföll kl 10 - 11 har den inte använts då intresset är knutet till arbetsresorna som sker vid andra tidpunkter. Enligt en bedömning av en av Norrköpings trafikspecialister torde förhållandena inte ha förändrats nämnvärt mellan 1968 och 1970. Beläggningssiffror för ytterområdena uppskattas kunna sättas lika med noll.

Kostnaden för kollektivresor kan uppskattas med ledning av statistik på försäljning av olika biljettslag. Uppskattningen underlättas av att enhetstaxa tillämpas i Norrköping. Ca 90% av alla kollektivresor 1968 betalades kontant eller med polletter, därav ungefär 2/3 med polletter. För arbetsresor torde pollettkostnaden (0,615 kr) nära motsvara en genomsnittlig reskostnad.

Som kostnad för bilresor antar vi att resenären enbart betraktar de vägberoende kostnaderna. Ur 1968 års bilkostnadskalkyl (1968) har erhållits följande värden för bilar med 14.000 - 17.000 kr nyvärde:

Reparationer och service	0,110 kr/km
Bränsle	0,102 - " -
Däck	0,014 - " -
Olja	<u>0,008 - " -</u>
	0,234 kr/km

Spilltiden har delats upp i gångtid, väntetid och omstigningstid enligt följande principer:

För kollektivt färdmedel:

1. Gångtiden enligt en gånghastighet av 90 m/min.
2. Väntetiden, som vid omstigningsresor avser det först använda färdmedlet, har om turtätheten är
  - a) 10 minuter eller tätare, satts till halva turtätheten
  - b) glesare än 10 minuter, satts till 5 minuter.
3. Omstigningstiden sattes till  $1/3$  av turtätheten för den linje till vilken byte sker.

För individuellt färdmedel:

I regel har gångtiden satts lika med den av intervjupersonerna uppgivna spilltiden, eftersom vare sig väntetid eller omstigningstid existerar. I vissa fall har dock ingen spilltid uppgivits och i dessa fall sattes gångtiden till

- a) 3 minuter i de centrala delarna av staden
- b) 1 minut i ytterområdena.

### 3.1.3 Begränsningar beroende på det empiriska materialet

Utformningen av intervjuundersökningen 1968 medför att föreliggande projekt måste begränsas till reskedjor mellan bostad och arbetsplats med valmöjlighet mellan bil och kollektivt färdmedel. Skälen till dessa begränsningar är följande.

För varje resa från en punkt till en annan har intervjupersonen (ip) fått uppge, om han har valfrihet mellan kollektivt och individuellt färdmedel. Vi har emellertid antagit, att en reell valsituation endast existerar när intervjupersonen befinner sig i bostaden. Dvs beslutsenheten för färdmedelsval utgörs av sådana reskedjor som har start och mål i en stadigvarande uppehållspunkt, jämför 2.1.3.

De 376 ursprungliga resorna mellan bostad och arbetsplats, jämför 3.1., reduceras därvid till 203 reskedjor, varav 172 utförts med bil och 31 med kollektivt färdmedel. Detta är i

och för sig ett rätt litet material men ändå tillräckligt stort för att bearbeta på ett meningsfullt sätt.

De fåtaliga cykelresorna till och från arbetet har dock ej funnits möjlighet att analysera.

För övriga resor förelåg ursprungligen 283 observationer där ip uppgett valfrihet. De flesta av dessa resor utgör emellertid länkar i reskedjor, varför antalet valfria reskedjor blir så lågt som 88 varav 66 utförts med bil och 12 med kollektivt färdmedel. Vi ansåg det inte meningsfullt att bearbeta ett så litet material. Man bör nämligen ha minst ca 20 observationer för det minst använda färdmedlet för att en bearbetning skall kunna genomföras. Följden av detta har blivit, att vi har koncentrerat oss på reskedjor mellan bostad och arbetsplats.

I frågeformuläret gavs ingen möjlighet att uppge resor till fots. Härigenom saknas också möjligheter att relatera kollektivresorna till samtliga företagna förflyttningar. I kombination med att så få cykelresor rapporterats medför detta att intresset koncentreras till valet mellan bil och kollektivt färdmedel.

Frågeformuläret är utformat så att betydligt mer information erhålls från bilägande jämfört med ej bilägande familjer. För de ej bilägande familjerna känner vi antalet resor med olika färdmedel, men t ex inte resändamålet. Detta medför att andelen kollektivbundna resenärer inte kan beräknas separat för arbetsresor utan enbart för samtliga resor tillsammans. Vi har dock trots detta velat genomföra beräkningarna av andel kollektivbundna resenärer för att visa det principiella tillvägagångssättet.

### 3.2 Skattningsmetod

Vi har av skäl som redovisas i 2.2 använt oss av diskriminantanalys som skattningsmetod. För olika värden på diskriminantfunktionen har vi sedan beräknat sannolikheten att välja ett visst färdmedel med hjälp av två olika sannolikhetsfunktioner.

Diskriminantanalysen har skett stegvis, dvs vi har tagit med de förklarade variablerna i den ordning de har lämnat största bidrag till förklaringen av färdmedelsvalet i det empiriska materialet.

Om man för in fler variabler utan att förklaringen ökar nämnvärt, så kommer betydelsen av de olika variablernas inverkan att bli osäkrare bestämd. (Större medelfel för koefficienterna.) Av detta skäl tar vi ej med samtliga variabler. Vi har använt oss av en sammanvägning av följande fyra olika kriterier för att avgöra när inga ytterligare variabler skall medtagas i diskriminantfunktionen:

- Om F-test av den senast införda variabeln visar att denna inte ger något signifikant bidrag till förklaringen
- Minimering av MSQ (=Mean Square Error). Detta är ett försök att formalisera att felet i uppskattningen av diskriminantkoefficienterna i form av bias och medelfel ska vara så litet som möjligt.
- Om kollinearitetskoefficienten (K) ökar kraftigt i förhållande till korrelationskoefficienten (R) och Mahalanobis  $D^2$ , jämför BIL. 1. Detta indikerar att osäkerheten i koefficientbestämningarna (medelfelet) ökar kraftigt utan att man erhåller någon nämnvärd ökning av förklaringen av färdmedelsvalet.
- Om den sist införda variabeln inte har en statistiskt säkerställd inverkan, dvs om variabelns koefficient inte är signifikant skild från 0.

Beräkningarna har utförts med hjälp av ett dataprogram för stegvis diskriminantanalys enligt IBM:s programbeskrivning BMD07M. Programmet har ursprungligen utarbetats vid University of California, Los Angeles. Vissa nya program har konstruerats, särskilt för noggrannhetsanalys och applicering av sannolikhetsfunktioner.

### 3.3 Variabelkatalog

Vid bestämningen av andel kollektivbundna resor användes två förklarande variabler, nämligen antal bilar i hushållet och antal medlemmar i hushållet äldre än sex år.

I de slutliga beräkningarna av modeller för färdmedelsval utnyttjades variablerna i TAB. 2.

TAB. 2. Variabelkatalog för den slutliga analysen av val av färdmedel för arbetsresor.

Variabel	Valmodell		
	1	2	3
x 1a	Restidsdifferens koll.-bil. Minuter	x	
x 1b	Restidskvot koll./bil		x
x 1c	<sup>e</sup> log Restidskvot koll./bil		x
x 2a	Spilltidsdifferens koll.-bil. Differens i minuter mellan gångtid, väntetid och omstigningstid för kollektivt och gångtid för bil. Jfr 3,12.	x	
x 2b	Spilltidskvot koll./bil		x
x 2c	<sup>e</sup> log Spilltidskvot koll./bil		x
x 3a	Reslängd för bil. Km.	x	x
x 3b	<sup>e</sup> log Reslängd för bil. Km.		x
x 4a	Parkeringsbeläggning. Medelbeläggningen i % på p-platser på allmän mark kl 07.00-19.00 i tätortens centrala delar. För målpunkter i övriga områden = 0.	x	x
x 4b	<sup>e</sup> log Parkeringsbeläggning. Se x 4a. För målpunkter i övriga områden insätts dock <sup>e</sup> log 0,01.		x
x 5a	Turtäthet. Minuter. (Om fler än ett färdmedel har den glesaste turtätheten använts.)	x	x
x 5b	<sup>e</sup> log Turtäthet. Minuter		x
x 6	Buss-spårvagn. Om någon del av resan görs med buss = 1. I annat fall = 0.	x	x
x 7	Direkta resor bostad-arbetsplats. Om någon av reskedjelänkarna bostad-arbetsplats och arbetsplats-bostad består av fler än en resa = 1. I annat fall = 0	x	x
x 8	Lunchresa till bostaden. Om fler än en reskedja bostad-arbetsplats-bostad har utförts samma dag = 1. I annat fall = 0.	x	x
x 9a	Inkomst. Hushållsinkomst efter skatt. Kr/hushållsmedlem.	x	x
x 9b	<sup>e</sup> log Inkomst		x

## 4. BERÄKNINGSRESULTAT

### 4.1 Andel kollektivbundna reskedjor

Bestämningen av andel kollektivbundna reskedjor syftar i prognosarbetet till att eliminera färdmedelsbundna reskedjor, för att man därefter med hjälp av en valmodell ska kunna fördela de ej färdmedelsbundna reskedjorna på olika färdmedel.

På grund av den aktuella intervjuundersökningens karaktär har vi inte kunnat studera reskedjor, som är kollektivbundna. Vi har ändå ansett det värdefullt att utföra motsvarande beräkningar med resan som enhet.

Då resändamålet inte är känt för resor som utförts av personer i hushåll utan bil, är det som tidigare nämnts tyvärr inte möjligt att beräkna kollektivbundna resor för olika resändamål. Här redovisade resultat avser därför samtliga resändamål tillsammans.

De förklarande variabler som användes var antalet hushållsmedlemmar över 6 år och antalet bilar som familjen hade tillgång till.

I diskriminantanalysen prövades både de förklarande variabelernas absolutvärden och  $e^{\log}$  för absolutvärdena. Diskriminantfunktionen med logaritmvärden gav en betydligt högre grad av anpassning - korrelationskoefficient 0,72 mot 0,56 - och föredras därför.

Diskriminantfunktionen blev

$$D = 2,72 \cdot z_1 - 3,33 \cdot z_2$$

där  $z_1 = e^{\log}$  Antal hushållsmedlemmar över 6 år

$z_2 = e^{\log}$  Antal bilar som hushållet har tillgång till (om hushållet inte har tillgång till någon bil alls ges  $z_2$  värdet  $e^{\log} 0,1$ )

Ett högt värde på diskriminantfunktionen indikerar en hög sannolikhet att resan är kollektivbunden.

Efter applicering av en linjär sannolikhetsfunktion fås

$$P(\text{KB}) = 0,00 + 0,33 \cdot z_1 - 0,40 \cdot z_2$$

där  $P(KB)$  = andelen kollektivbundna resor av samtliga resor med bil och kollektivt.

Följande kompletterande regler gäller:

Om  $P(KB)$  beräknas till negativa värden, sätt 0

Om  $P(KB)$  beräknas till högre värden än ett, sätt 1

En jämförelse mellan teoretiska och empiriska värden visas i TAB. 3.

TAB. 3. Jämförelse mellan beräknad och verklig andel kollektivbundna resor. Streck anger att observationer saknas. Värden inom parentes är beräknade direkt ur  $P(KB)$  och inte justerade för om de är större än 1 eller mindre än 0.

Beräknade värden:

Antal bilar	Antal hushållsmedlemmar				
	1	2	3	4	5
0	0,92	1,00 ( 1,15)	1,00 ( 1,28)	1,00 (1,38)	1,00 (1,45)
1	0,00	0,23	0,36	0,46	0,53
2	0 (-0,28)	0 (-0,05)	0,08	0,18	0,25
3	0 (-0,44)	0 (-0,21)	0 (-0,08)	0,02	0,09

Empiriska värden:

Antal bilar	Antal hushållsmedlemmar				
	1	2	3	4	5
0	1,00	0,97	0,94	1,00	1,00
1	0,08	0,25	0,37	0,47	0,66
2	-	0,03	0,22	0,22	0,47
3	-	-	-	0,09	-

För de inre delarna av matrisen i TAB. 3 överensstämmer modellen väl med de empiriska värdena. För 5-personershushåll är överensstämmelsen sämre. Det verkar dock föga sannolikt att medelantalet hushållsmedlemmar över 6 år skulle vara 5 i det område eller i den områdeskombination man studerar. Modellen kan ej heller anses användbar i de förstreckade rutorna, där observationer saknas.

Studerade man materialet i en dimension i taget, föreföll det som om sannolikheten att vara kollektivbunden minskade med ökande hushållsstorlek, TAB. 4 och 5.

TAB. 4. Andel kollektivbundna resor (av summa resor med bil och kollektivt) i relation till antalet personbilar som hushållet har tillgång till.

Antal bilar bilar	Andel kollektivbundna resor (%)
0	97,8%
1	34,0%
2	19,2%
3	11,8%

TAB. 5. Andel kollektivbundna resor i (av summa resor med bil och kollektivt) i relation till antalet hushållsmedlemmar över 6 år.

Antal hushålls- medlemmar	Andel kollektivbundna resor (%)
1	68,5%
2	48,3%
3	46,2%
4	43,5%
5 eller fler	50,2%

När vi studerade materialet i två dimensioner fick vi det mer troliga resultatet, att sannolikheten att vara kollektivbunden ökar med ökande familjestorlek. Detta exempel belyser i någon utsträckning vilka risker som föreligger vid endimensionella analyser av flera av varandra beroende variabler.

## 4.2 Valmodell för ej färdmedelsbundna reskedjor

### 4.2.1 Slutsatser av den preliminära valmodellen

Analyserna av ej färdmedelsbundna reskedjor mellan bostad och arbetsplats har gjorts i två steg och resulterat i den preliminära resp. slutliga valmodellen.



Analysen av den preliminära valmodellen ledde huvudsakligen till följande två slutsatser:

- Totala spilltiden (ev. i form av differens, kvot eller logaritm för kvot) är en bättre variabel än spilltidens beståndsdelar var för sig, dvs gångtid, väntetid och omstigningstid.
- De resenärer som har spårvagn som det kollektiva resalternativet visar en större benägenhet att åka kollektivt än de som har buss.

Anledningen till att totala spilltiden är bättre än sina komponenter tycks framför allt vara, att de värden vi fått på väntetiden bara var 3, 4 och 5 minuter. Skillnaden mellan 3 och 5 minuter är sannolikt för liten för att utgöra en effektiv diskriminator. Dessutom visade sig bilgruppen ha signifikant kortare medelväntetid för kollektivresa än kollektivgruppen, vilket är ett förnuftsmässigt oväntat förhållande. En bidragande orsak härtill torde vara den ringa spridningen för väntetiden. Även omstigningstiden tycks lida av svagheten liten spridning. Av dessa orsaker valde vi att i den slutliga valmodellen använda oss av den totala spilltiden och inte dess komponenter.

#### 4.2.2 Modellansats för den slutliga valmodellen

Av de tre modellansatser som presenterats i 3.3, använde vi oss av modellansats 3, som visade sig ge något bättre anpassning än de övriga. Måttet på detta är ett F-test som, med hjälp av Mahalanobis  $D^2$  som viktigaste beståndsdel, undersöker om bil- och kollektivgruppen är signifikant skilda från varandra på diskriminantaxeln. För varje steg i den stegvisa analysen gäller, att ju högre F-värde vi har, desto större är sannolikheten att bil- och kollektivgruppen är separerade. För varje steg bör vi därför välja den modellansats, som har det högsta F-värdet. Resultatet av denna analys visas i TAB. 6.

TAB. 6. F-värden för de olika modellansatserna för olika antal medtagna variabler i den stegvisa diskriminantanalysen.

Antal medtagna variabler	$F(r; 203 - r)^a$		
	Modellansats 1	Modellansats 2	Modellansats 3
1	6,17	6,17	7,44
2	4,84	4,84	5,61

<sup>a</sup> $F(r; 203-r)$  visar antalet frihetsgrader, där  $r$  är antalet medtagna variabler.

De olika F-värdena inom samma modellansats är ej direkt jämförbara i TAB. 6. Vi ska emellertid jämföra F-värdena mellan de olika modellansatserna för samma antal variabler och det framgår då att modellansats 3 är att föredra.

#### 4.2.3 Bestämning av diskriminantfunktionen.

Vilka av de förklarande variablerna i modellansats 3 som ska tas med i diskriminantfunktionen bestämdes med utgångspunkt från TAB. 7.

TAB. 7. Beslutsunderlag för bestämning av hur många variabler som enligt olika kriterier bör tas med i modellansats 3.

Steg nr	Variabel	Kriterium					
		F-test	A <sup>a</sup>	D <sup>2</sup>	R	K	λ
1	x3b <sup>e</sup> log Reslängd	7,44	—	0,28	0,19	0,00	2,70
2	x6 Buss-spårvagn	3,68	-0,56	0,43	0,23	0,10	1,91
3	x8 Lunchresa till bostaden	2,87	-0,47	0,55	0,26	0,12	1,70
4	x2c <sup>e</sup> log Spilltidskvot	1,62	-0,07	0,61	0,27	0,28	1,26
5	x9b <sup>e</sup> log Inkomst	1,48	0,04	0,68	0,28	0,32	1,22
6	x1c <sup>e</sup> log Restidskvot	0,65	0,14	0,70	0,29	0,59	0,80
7	x5b <sup>e</sup> log Turtäthet	0,66	0,16	0,73	0,29	0,79	0,80
8	x7 Direkta resor bostad-arbetsplats	0,29	0,28	0,74	0,30	0,80	0,55
9	x4b <sup>e</sup> log Parkeringsbe-läggning	0,00	0,02	0,74	0,30	0,81	0,04

<sup>a</sup> Tillskott i MSQ

F-testet undersöker om den sist medtagna variabeln ger något bidrag till förklaringen. Signifikansgränserna för F-testet är ungefär:

25% nivå	F = 1,32
10% nivå	F = 2,71
5% nivå	F = 3,84

MSQ = Mean square error söker minimera summan av de fel, som uppstår på grund av icke förväntansrätta skattningar av koefficienterna och stora medelfel i koefficienterna. Vårt kriterium är  $A =$  tillskottet i MSQ. Om  $A$  är större än 0 indikerar detta, att den sist medtagna variabeln ej bör medtagas.

Mahalanobis  $D^2$  är ett mått på hur väl särade kollektivresenärerna och bilresenärerna är från varandra på diskriminantaxeln. Det finns ett entydigt samband mellan  $D^2$  och den multipla korrelationskoefficienten  $R$ .

Vi kan nu studera om  $D^2$  och  $R$  ökar litet i förhållande till kollinearitetskoefficienten  $K$ . I så fall indikerar detta, att den sista variabeln ej bör medtagas. Det bör här också påpekas att såväl  $R$  som  $K$  som  $D^2$  alltid ökar något vid införandet av fler variabler, oavsett om dessa är relevanta eller ej.

$\lambda$  är här definierat som kvoten mellan absoluta beloppet på koefficienten och dess medelfel och utgör ett test på om variabelns koefficient är signifikant skild från 0, dvs om variabeln har signifikant inverkan på val av färdmedel. Signifikansgränser för  $\lambda$ -testet är:

20% nivå	$\lambda = 1,28$
10% nivå	$\lambda = 1,65$
5% nivå	$\lambda = 1,96$

De olika kriterierna ger i detta fall olika indikationer på hur många variabler som bör medtas.

- F-testet visar på 10%-nivån, att de tre första variablerna ska med och på 5%-nivån att bara de två första variablerna ska med.
- $A$  visar att de fyra första variablerna ska med.
- $D^2$ ,  $R$  och  $K$  ger en ganska otydlig fingervisning om att vi ska bryta vid tre variabler och en mycket tydlig anvisning, om att vi allra senast ska bryta efter fem medtagna variabler.
- $\lambda$  visar på 10%-nivån att vi ska ta med de tre första variablerna och på 5% nivå att vi får med två variabler.

Det finns alltså indikationer på att såväl två, tre, fyra och fem variabler skulle tas med. Vi anser att det finns anledning att redovisa två diskriminantfunktioner, där antalet medtagna variabler i ena fallet bestämts genom en sträng tillämpning av kriterierna och i andra fallet en mildare tillämpning.

Av betydelse för bestämningen av vilka variabler som ska medtas är också att variabel  $x_8$  (Lunchresa till bostaden) har mycket få observationer i kollektivgruppen. Endast i 3 fall av 31 har resenären utfört lunchreskedja mellan arbetsplatsen och bostaden.

Den viktigaste beståndsdel i beräkningen av diskriminantfunktionen är differenser av medelvärden för bil och kollektivgruppens förklarande variabler. För att kunna beräkna konfidensintervall för sådana differenser, enligt den approximation av normalfördelningen som ges av centrala gränsvärdessatsen, måste man ha ett lägsta antal observationer i båda grupperna. För kontinuerliga variabler efter diskontinuerliga variabler med flera värden bör man som tumregel kunna nöja sig med 20 resenärer i den minsta gruppen. För variabler med 0-1 variation, bör det i båda grupperna existera minst 10 st 0:or och 10 st 1:or. Eftersom variabel  $x_8$  (Lunchresa till bostaden) inte uppfyller detta senare villkor har vi inte tagit med den i den diskriminantfunktion som blir resultatet av den strängare tillämpningen av kriterierna.

Diskriminantfunktionen får då i ena fallet två och i andra fallet fem variabler enligt följande.

$$D1 = 0,93 \cdot x_{3b} + 0,88 \cdot x_6$$

(0,37)            (0,46)

$$D2 = 0,47 \cdot x_{2c} + 0,86 \cdot x_{3b} + 0,83 \cdot x_6 + 0,90 \cdot x_8 + 0,22 \cdot x_{9b}$$

(0,35)            (0,39)            (0,48)            (0,51)            (0,18)

där  $x_{2c} = e^{\log}$  Spilltidskvot  
 $x_{3b} = e^{\log}$  Reslängd  
 $x_6 =$  Buss - spårvagn  
 $x_8 =$  Lunchresa till bostaden  
 $x_{9b} = e^{\log}$  Inkomst

Siffrorna inom parentes är medelfelen för resp. koefficienter. Multipla korrelationskoefficienten  $R$  blir i första fallet 0,23 och i andra fallet 0,28. Ett högt värde på diskriminantfunktionen indikerar större sannolikhet att resenären är bilåkare.

Det positiva tecknet framför variablerna innebär att då variabelvärdet ökar så ökar också sannolikheten att personen ifråga väljer bil. Sannolikheten att välja bil ökar således

- med ökande spilltidskvot
- med större reslängd
- om personen ifråga har buss som kollektivt resalternativ
- om personen ifråga gör lunchresa till bostaden
- med högre inkomst.

#### 4.2.4 Applicering av sannolikhetsfunktioner

Vid applicerandet av den linjära och den normalfördelade sannolikhetsfunktionerna erhöles resultat som FIG. 4 är ett exempel på.

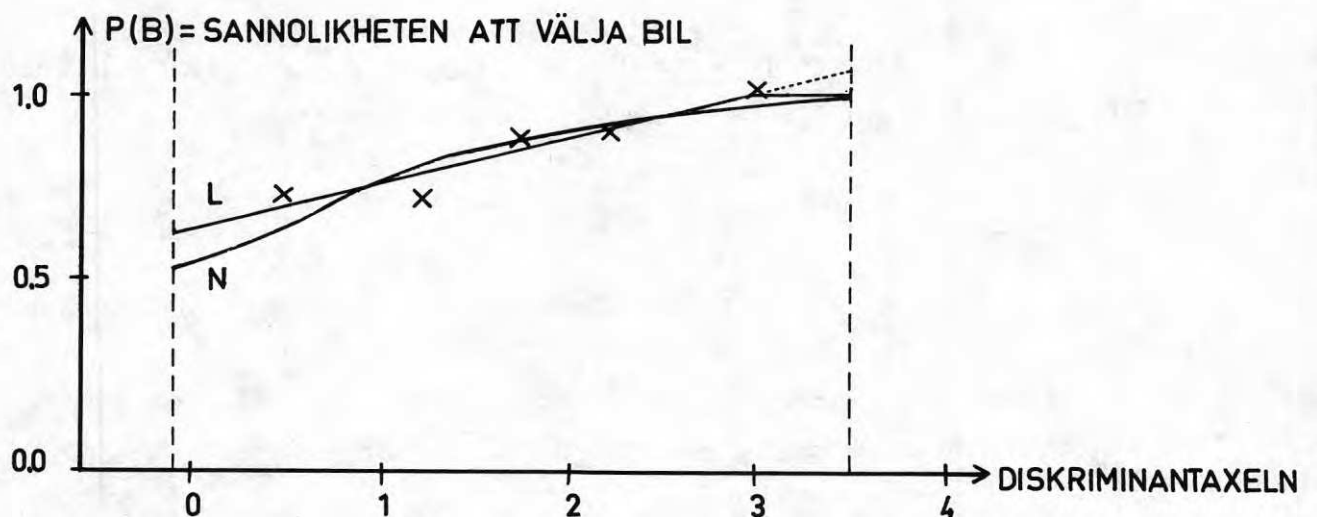


FIG. 4. Jämförelse mellan teoretiska och empiriska sannolikheter att välja bil. L = linjär sannolikhetsmodell. N = normalfördelad sannolikhetsmodell. Kryssen anger empiriska sannolikheter. Sannolikhetsmodellernas giltighetsområde kan anses begränsas av de streckade linjerna.

Den linjära och den normalfördelade sannolikhetsfunktionen uppvisar ungefär lika god anpassning, FIG. 4. Eftersom den linjära sannolikhetsfunktionen är betydligt enklare att handskas med använder vi oss av den.

Valmodellen får då följande utseende i de båda fallen:

$$P(B1) = 0,65 + 0,12 \cdot x_{3b} + 0,11 \cdot x_6$$

(0,05)            (0,06)

$$P(B2) = 0,36 + 0,06 \cdot x_{2c} + 0,10 \cdot x_{3b} + 0,10 \cdot x_6 + 0,11 \cdot x_8 + 0,03 \cdot x_{9b}$$

(0,04)    (0,05)    (0,06)    (0,06)    (0,02)

där  $P(B)$  = Andelen reskedjor mellan bostad och arbetsplats med bil av summa reskedjor mellan bostad och arbetsplats med bil och kollektivt.

$$x_{2c} = e^{\log \text{Spilltidskvot koll./bil.}}$$

$$x_{3b} = e^{\log \text{Reslängd för bil i km}}$$

$$x_6 = \text{Buss-spårvagn. Om någon del av resan företas med buss} = 1$$

Annars 0.

$$x_8 = \text{Lunchresa till bostaden. Om lunchresa} = 1. \text{ Annars } 0.$$

$$x_{9b} = e^{\log \text{Hushållsinkomst efter skatt i kr per hushållsmedlem}}$$

Om  $P(B)$  beräknas till negativa värden, sätt 0

Om  $P(B)$  beräknas till högre värden än 1, sätt 1.

Siffrorna inom parentes är medelfelen för resp. koefficienter.

Det visar sig vara mycket få observationer i det empiriska materialet som vid beräkning enligt valmodellen ger negativa värden eller värden större än 1. Den kompletterande regeln att begränsa resultaten till intervallet mellan 0 och 1 är därför ingen orimlig modifiering av beräkningsresultatet.

## 5. DISKUSSION AV RESULTATEN OCH DERAS TILLÄMPNINGAR

### 5.1 Metodsynpunkter

#### 5.1.1 Jämförelse mellan diskriminant- och regressionsanalys

De båda skattningsmetoderna diskriminantanalys + applicering av sannolikhetsfunktion å ena sidan och direkt regressionsanalys å andra sidan ger numeriskt små skillnader i resultaten, jämför t ex Quarmby(1967) och Warner (1962).

I diskriminantanalysen har man framför allt den fördelen, att man kan studera de båda delpopulationernas läge på diskriminantaxeln och därigenom få ett bättre underlag för bestämning av sannolikhetsfunktionen.

I beräkningarna av diskriminantfunktionen får man medelvärden och spridningar för de olika gruppernas (bil- och kollektivåkare) förklarande variabler var för sig. Härigenom får man en bättre inblick i materialets struktur än i regressionsanalysen. Diskriminantanalysen ger också ett något enklare beräkningsarbete.

De båda metoderna har var sina förutsättningar som ska vara uppfyllda, för att de utan vidare ska anses vara användbara.

För diskriminantanalysen gäller att kovariansmatriserna för de båda delpopulationerna ska vara lika. Detta innebär att korrelationerna mellan de förklarande variablerna parvis ska vara lika stora för delpopulationerna. Man ska t ex undersöka om korrelationen mellan variablerna reslängd och buss - spårvagn är lika för kollektiv- och bilresenärer. Vidare ska varianserna för samtliga förklarande variabler parvis vara lika för båda populationerna.

Enligt Quarmby(1967) medför dessa begränsningar emellertid inga allvarliga problem.

I regressionsanalysen har vi å andra sidan en förutsättning, som man vet inte är uppfylld. Den beroende variabelns varians ska nämligen vara oberoende av värdena på de förklarande variablerna. Denna förutsättning gäller emellertid ej i detta fall eftersom

$$\text{Var}(Y) = P(1-P)$$

där Y betecknar val av färdmedel

och P = sannolikheten att välja ett visst färdmedel

Med avseende på de förutsättningar som ska vara uppfyllda är således varken diskriminant- eller regressionsanalys helt invändningsfri. Totalt sett har diskriminantanalysen vissa fördelar framför regressionsanalysen och är därför att föredra.

#### 5.1.2 Kriterier för bestämning av vilka variabler som ska medtas

I 4.2.3 beskrivs hur vi använt de olika kriterierna för bestämning av vilka förklarande variabler som ska tas med. Vi lyckades därvid inte entydigt få fram en gräns för när vi skulle stoppa införandet av fler variabler. Vi anser frågan om hur många variabler som ska medtas betydelsefull och vill något ytterligare belysa den.

Som tidigare nämnts kan införandet av alltför många variabler medföra att koefficienterna blir osäkert bestämda (stort medelfel). Som ett exempel på detta visar vi TAB. 8.

TAB. 8. Exempel på hur koefficientens storlek och medelfel varierar i olika steg vid införandet av flera variabler. Variabel x6 (Buss-spårvagn) i variant 1 av den preliminära modellen.

Steg nr	Koeff.värde för x6 buss-spårvagn	Koefficientens medelfel	$\lambda^\alpha$	Konfidensintervall (95%)	
				Storlek	Omfattning
1	0,98	0,45	2,18	1,76	0,10-1,86
2	1,75	0,53	3,31	2,08	0,71-2,79
3	1,78	0,54	3,36	2,12	0,72-2,84
4	1,65	0,56	2,95	2,20	0,55-1,75
5	1,71	0,57	3,00	2,24	0,59-2,83
6	1,76	0,57	3,09	2,24	0,64-2,88
7	1,81	0,58	3,12	2,28	0,67-2,95
8	1,60	0,74	2,16	2,90	0,15-3,05
9	1,59	0,74	2,15	2,90	0,14-3,04
10	1,63	0,76	2,15	2,98	0,14-3,12
11	1,63	0,76	2,15	2,98	0,14-3,12

$\alpha \lambda$  = kvoten mellan koefficienten och dess medelfel



En annan faktor som också pekar på det felaktiga i att ta med alltför många variabler är det F-test som undersöker om bilgruppen och kollektivgruppen är signifikant skilda från varandra på diskriminantaxeln, dvs om Mahalanobis  $D^2$  (jämför BIL.1) är skilt från 0. Detta test visar för den slutliga valmodellen att separeringen av de båda grupperna är säkerställd på 0,5%-nivån efter införandet av de två första variablerna. När man inför fler variabler finner man att signifikansnivån ökar, från ett minimum vid 2 à 3 variabler, för att uppgå till ca 3% när alla 9 variablerna införts. Inför man fler än 2 à 3 variabler förefaller det alltså som något mer sannolikt att gruppernas separering är rent slumpmässigt betingad och således inte skulle ha någon reell orsaksbakgrund.

## 5.2 Val mellan bil och kollektiva färdmedel

### 5.2.1 Andel kollektivbundna reskedjor

Avsikten med att bestämma andelen kollektivbundna reskedjor är som tidigare nämnts att få fram de reskedjor som inte är färdmedelsbundna för att kunna tillämpa valmodellen på dessa.

Man ser ibland förfaringssättet att i stället för att bestämma andel kollektivbundna reskedjor använda bilhushållen som en approximation för de resenärer som har valfrihet mellan bil och kollektivt. Detta medför emellertid för det första att de bilbundna resorna inte eliminerats. För det andra visade det sig att hela 31% av resorna i Norrköpings bilhushåll var kollektivbundna.

Andelen kollektivbundna reskedjor bör om möjligt bestämmas för varje områdeskombination för sig. Om man inte har skäl att misstänka att hushållsstorleken eller antalet bilar per hushåll uppvisar stora variationer mellan olika delområden, torde man emellertid i många fall kunna nöja sig med att bestämma ett värde för tätorten som helhet. För bestämning av första termen i P(KB) hänvisas till 5.2.2. Eftersom man med stor sannolikhet har att se fram mot en kraftig biltäthetsökning, är det av intresse att undersöka hur man kan förvänta sig att andelen

kollektivbundna reskedjor förändras vid ökande biltäthet. Med antagande att alla andra faktorer är oförändrade har andelen kollektivbundna resor vid biltätheten 600 personbilar/1000 invånare med hjälp av 4.1 beräknats till 15% för Norrköping. Värdet avser andelen kollektivbundna resor av summa resor med bil och kollektivt färdmedel för alla resändamål. Motsvarande värde i det empiriska materialet från 1968 var 48,5%. Man torde alltså kunna se fram mot en kraftig minskning av den kollektivbundna gruppen resenärer. Det kan vara värt att påpeka att kollektivresorna i Norrköping 1968 till över 90% bestod av kollektivbundna resor.

I Trafikanalys för Västeråsbygden (1969) har kartlagts vissa närmevärden på andelen kollektivbundna resenärer, nämligen resenärer från bilhushåll utan körkort och resenärer från hushåll utan bil, TAB. 9.

TAB. 9. Bil- och kollektivresor till arbetsplatsen. Förvärsarbetande i olika "valsituationer" och fördelade efter arbetsplatsens belägenhet. Källa: Trafikanalys för Västeråsbygden (1969).

Färdsätt	Arbetsplatsens belägenhet	Förvärsarbetande från hushåll som "har" bil		Förvärsarbetande från hushåll utan bil	Summa förvärsarbetande
		Med körkort	Utan körkort		
Bil	Centrum	2650	230	850	3730
	Övriga distrikt	4470	320	1630	6420
Kollektivt	Centrum	900	780	2080	3760
	Övriga distrikt	500	270	1780	2550
Summa	Samtliga	8520	1600	6340	16460

Ur TAB. 9 kan man sålunda beräkna ett närmevärde på andelen kollektivbundna förvärsarbetande av samtliga förvärsarbetande som är bil- eller kollektivresenärer. Man får  $4910/16460 = 30\%$ . Eftersom man inte kan utesluta att vissa

kollektivresenärer utan vare sig bil eller körkort ändå haft möjlighet att åka bil som passagerare, så utgör uppskattningen en övre gräns för andelen kollektivbundna.

Pratt (1970) analyserar uppställda valmodeller för resor mellan bostad och arbetsplats för såväl färdmedelsbundna som ej färdmedelsbundna resenärer. Han studerar andelen kollektivresenärer i relation till skillnaden i uppoffring att åka kollektivt resp. bil. Efter anpassning av frihandskurvor finner han att andelen kollektivresenärer kan antas konstant såväl vid mycket större uppoffring att åka kollektivt än bil som tvärtom. Det första fallet antyder förekomsten av kollektivbundna resenärer och det senare fallet förekomsten av bilbundna resenärer, FIG. 5 och TAB. 10.

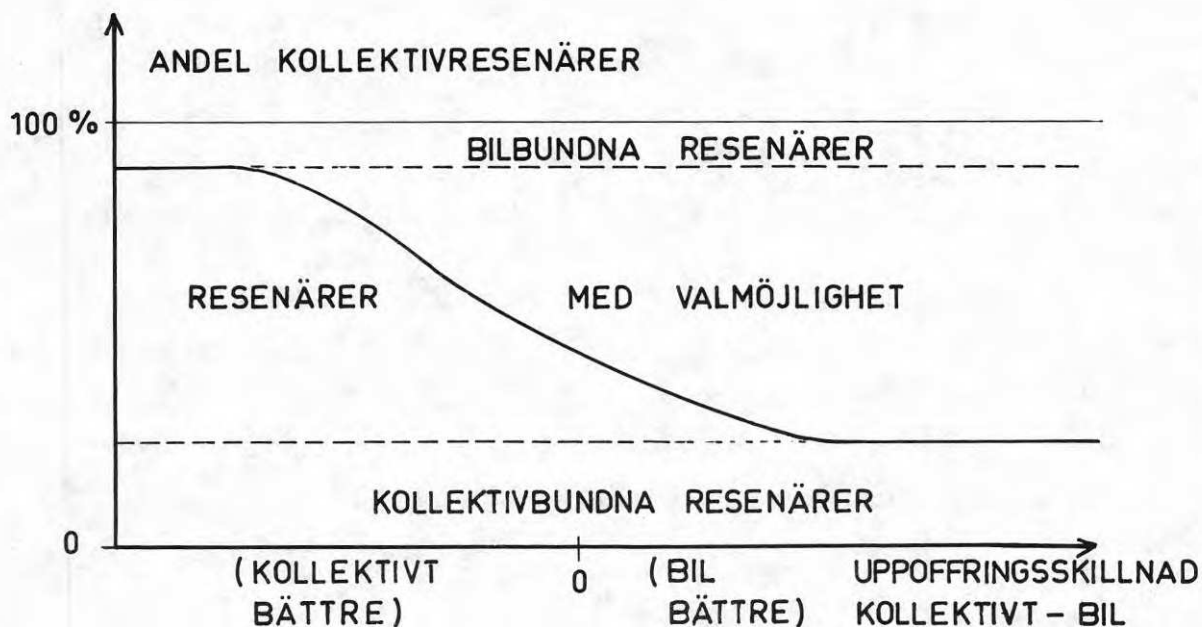


FIG. 5. Princip för bestämning av andel färdmedelsbundna resenärer ur valmodell för såväl färdmedelsbundna som ej färdmedelsbundna resenärer.

TAB. 10. Andel färdmedelsbundna resenärer mellan bostad och arbetsplats i "två tätorter i USA". Källa: Pratt (1970).

Område	Proc. andel kollektivbundna		Proc. andel bilbundna	
	Låg inkomst	Hög inkomst	Låg inkomst	Hög inkomst
Minneapolis-Saint Paul	7	1	7	25
Washington D.C.	18	6	3	10

Resultatet visar bl.a. att andelen färdmedelsbundna resenärer är beroende av inkomsten, så att andelen kollektivbundna resenärer är störst vid låga inkomster medan andelen bilbundna resenärer är störst vid höga inkomster.

En jämförelse mellan Norrköpingsmaterialet och de andra undersökningar som ovan refererats kan inte bli särskilt ingående. Dels har ingen av de svenska undersökningarna syftat till att analysera kollektivbundna resor (värdena har därför fått räknas fram ur andra presenterade uppgifter) och dels har de variabler som kan förklara förekomsten av kollektivbundna resor knappt alls penetrerats.

Eftersom Norrköpingsvärdet (48,5%) avser samtliga resändamål är jämförelsen med arbetsresorna i Västerås (30%) ganska osäker. Det ligger nära till hands att tro att olika biltäthet i de olika tätorterna skulle bidra till olikheterna mellan tätorterna. Detta bestyrks emellertid inte av följande jämförelse mellan Norrköping och Västerås.

Enligt TAB. 9 hörde 61,5% av de förvärvsarbetande som i Västerås använder bil eller kollektivt för arbetsresan till bilhushåll. Enligt kollektivtrafik i Norrköping, rapport 2 (1969), bodde 65% av de i intervjuundersökningen 1968 tillfrågade personerna i bilhushåll. Trots att värdena inte är helt jämförbara torde man ändå kunna dra slutsatsen att biltätheten i Norrköping inte var påtagligt lägre än den i Västerås vid resp. undersökningstillfälle.

Att Norrköpingsundersökningen utfördes i december och Västeråsundersökningen i maj kan däremot i någon mån bidra till att förklara den högre andelen kollektivbundna resor i Norrköping. Även det faktum att Norrköpingsvärdena inkluderade skolresor, vilket inte var fallet i Västerås, kan förklara en del av skillnaden. I övrigt torde skillnaden också bero på olikheter i den kollektiva trafikens standard.

Pratts resultat att andelen färdmedelsbundna resenärer är beroende av inkomsten går givetvis inte direkt att jämföra med beroendet av hushållsstorlek och bilnehav i Norrköpingsmaterialet. Vi valde emellertid den förklarande variabeln bilnehav före exempelvis hushållsinkomsten därför att den bör ha större förklaringsgrad. Vid införande av både bilnehav och inkomst torde man dessutom få räkna med mycket höga värden på kollinearitetskoefficienten.

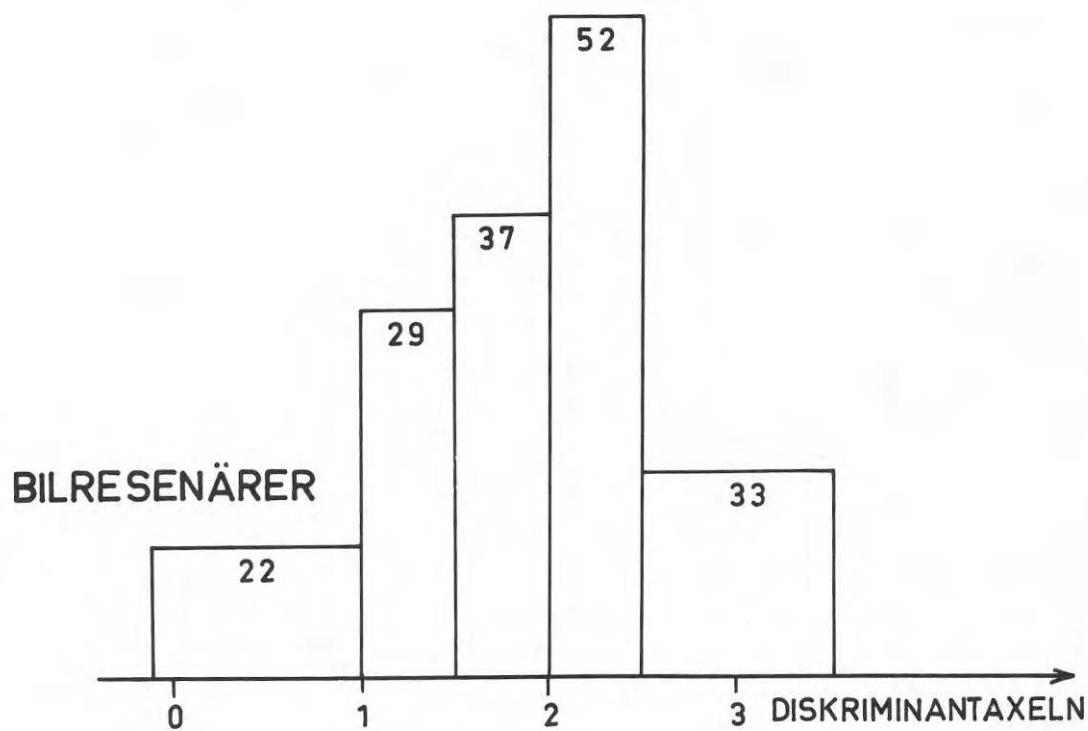
#### 5.2.2 Valmodell för ej färdmedelsbundna reskedjor

##### Separering av bil- och kollektivresenärer på diskriminantaxeln

Vid undersökning om bilresenärerna och kollektivresenärerna har separerats från varandra på diskriminantaxeln ser man enligt FIG.6 att en separering har skett men på så sätt, att för låga värden på diskriminantaxeln kan man inte enbart med hjälp av värdet på diskriminantaxeln prognostisera om en person är bilresenär eller kollektivresenär. För höga värden på diskriminantaxeln är det däremot mycket sannolikt, att resenären är bilresenär.

##### Koefficienternas tillförlitlighet

Det bearbetade materialet är litet och de slumpmässiga variationerna bedöms därför vara stora. Det gör att de empiriskt funna värdena på koefficienterna inte bör tas som exakt bestämda. Detta kan också ses på diskriminantkoefficienternas konfidensintervall. För t.ex. koefficienten framför  $x_{3b}$  ( $e^{\log \text{Reslängd}}$ ) får vi ett 95% konfidensintervall om  $0,93 \pm 1,96 \cdot 0,37$ , vilket gör att det sanna värdet för diskriminantkoefficienten bedöms ligga inom intervallet 0,20 - 1,66.



**KOLLEKTIVRESENÄRER**

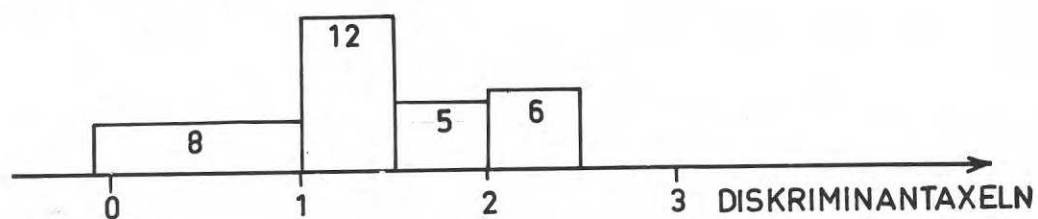


FIG. 6. Bil- och kollektivresenärernas gruppering på diskriminantaxeln. Tre förklarande variabler, nämligen  $e^{\log}$  reslängd, buss-spårvagn och lunchreskedja. Siffrorna i staplarna anger antalet reskedjor.

Detta innebär att den relativa betydelsen mellan olika variabler också blir mycket osäkert bestämd. Om vi antar att det sanna värdet för koefficienten för buss - spårvagn är 0,88 så har det stor betydelse för hur mycket denna faktor betyder i förhållande till reslängden om koefficienten framför  $e^{\log}$  reslängd är 0,20 eller 1,66. Att vi tagit med en variabel innebär alltså att vi bedömt att variabeln har betydelse men inte att vi gjort en noggrann bestämning av hur stor betydelse variabeln har i förhållande till de övriga.

#### Valmodellens giltighetsområde

Valmodellens giltighetsområde bestäms i princip av inom vilka intervall våra observationer är belägna. I detta syfte visar vi i TAB. 11 medelvärdena och standardavvikelse för de olika variabler vi använt.

TAB. 11. Bil- och kollektivgruppens medelvärden och standardavvikelse för de två först medtagna variablerna. Modellansats 3 i den slutliga modellen.

Variabel	Medelvärde			Standardavvikelse	
	Bil- gruppen	Koll.- gruppen	Totalt	Bil- gruppen	Koll.- gruppen
x3 Reslängd, km	3,23	2,48	3,12	1,59	1,18
x6 Buss-Spårvagn	0,77	0,58	0,74	0,42	0,50

Medelvärdet 0,58 för kollektivresenärerna innebär, att 58% av kollektivresenärerna gjorde sin arbetsreskedja med buss.

Efter ytterligare studium av reslängdsvariabelns fördelning har giltighetsområdet med avseende på reslängden bestämts till 1-6 km.

Utförligare uppgifter om de förklarande variablernas medelvärden och spridningar återfinns i BIL. 4.

## Anpassning till det empiriska materialet

Multipla korrelationskoefficienten  $R$  i den slutliga valmodellen med två förklarande variabler blev 0,23, där  $R$  var signifikant skild från 0 på 0,5%-nivån.

Att vi inte får en särskilt hög korrelation har delvis sina naturliga förklaringar. Det beror bl.a. på att analysen är gjord på individuella data, istället för på klassindelad material. Klassindelningen som sådan medför högre  $R$ -värden, som dock inte kan jämföras med  $R$  för individuella data. Dessutom uppvisar individen en viss irrationalitet i sitt beteende, vilket medför att man inte kan vänta sig en hög grad av anpassning. Trots detta får man beteckna det erhållna  $R$ -värdet som ganska lågt.

Man bör dock lägga märke till att vi fått god anpassning till det empiriska materialet med den sannolikhetsfunktion vi applicerat med diskriminantfunktionen som grund, jämför 4.2.4.

Ett större empiriskt material hade möjliggjort säkrare utsagor om betydelsen av de förklarande variabler, som nu låg på gränsen att bli medtagna eller inte alls kom med.

## Jämförelser med andra undersökningar

I Kollektivtrafik i Norrköping (1968-69) undersöktes betydelsen av restidskvot och spilltidskvot för arbetsresor utförda av bilförare i bilhushåll. Den bästa anpassningen till observerade värden erhöles med uttrycket

$$y = 0,31 \cdot x^{-0,85}$$

där  $y$  = andel kollektivresor

$x$  = spilltidskvot koll/bil

Restidskvoten kunde alltså inte visas ha någon signifikant betydelse. Men  $e^{\log}$  spilltidskvot visade sig (efter klassindelning



av materialet) ha betydelse för val mellan bil och kollektivt färdmedel, trots att den i föreliggande undersökning inte kom med bland de två viktigaste förklarande variablerna.

Vid studium av det första steget i diskriminantanalysen kan man emellertid se att  $e^{\log}$  spilltidskvoten har ett F-värde på 4,67, vilket på 5% signifikansnivå visar att  $e^{\log}$  spilltidskvoten hade betydelse. Anledningen till att  $e^{\log}$  spilltidskvoten ej kommer med bland de två första variablerna är att efter medtagandet av  $e^{\log}$  reslängden, som hade F-värdet 7,44, hade den potentiella förklaring, som  $e^{\log}$  spilltidskvoten kunde ge, till stor del tagits ut. Därför blev  $e^{\log}$  spilltidskvoten underlägsen buss-spår-vagn som nästa variabel som kunde ge ytterligare bidrag till förklaringen.

Dessutom är, som framgår av 3.1.3, reglerna för vilka observationer som ska medtas i analysen olika i den tidigare och i den här föreliggande Norrköpingsundersökningen.

Svantemark och Svidén (1969) fann följande huvudorsaker till valet mellan kollektivt och bil för resor till arbetet från ett ytterområde i Malmö.

- Bilresenärer använde inte kollektivt därför att de behövde bilen i arbetet (36%) eller ansåg att det skulle bli för lång restid (36%)
- Kollektivresenärer (med valmöjlighet) använde inte bilen därför att de ansåg att det var för stora svårigheter att finna parkeringsplats (50%)

Bland angelägna förbättringar av det kollektiva trafiksystemet fann man i samma undersökning att både bil- och kollektivresenärer placerade faktorn ökad turtäthet i första rummet.

Svantemark och Svidén kunde inte finna att spilltiden hade någon signifikant inverkan på attityderna till det kollektiva färdmedlet.

I Resor mellan bostad och arbete (1970) konstrueras ingen värmodell som ger en uppfattning om den sammanlagda effekten av alla förklarande variabler. Istället analyseras i princip faktor för faktor med som mest två förklarande variabler åt gången. Möjligheterna till jämförelser med Norrköpingsmaterialet är härigenom starkt begränsade.

Man har analyserat hur stor andel av de förvärvsarbetande från bilhushåll i Malmö som använder kollektiva färdmedel och hur denna andel beror av restidsdifferens resp. restidskvot. Som resultat erhöles i båda fallen minskande andelar kollektivresenärer då restidsdifferensen resp. restidskvoten ökar. Det mest regelbundna sambandet erhöles för restidskvoten.

Trafikanalys för Västeråsbygden (1969) har utförts på ett liknande sätt som Resor mellan bostad och arbete (1970) i det avseendet att en eller två förklarande variabler studerats åt gången. Eftersom man fann att färdmedelsvalet vid arbetsresor var starkt avhängigt av resavståndet har en planeringsmodell konstruerats för detta resändamål med resavståndet som enda förklarande variabel.

Det visades också hur färdmedelsvalet för arbetsresor sammanhänger med om man äter lunch i bostaden eller ej, TAB. 12. Av tabellen framgår att de som äter hemma på lunchen är något mer benägna än övriga att välja bil.

TAB. 12. Förvärvsarbetandes fördelning på bil och kollektivt färdmedel mellan bostad och arbetsplats efter platsen för lunch. Källa: Trafikanalys för Västeråsbygden (1969).

Platsen för lunch	Proc.-andel kollektivt	Proc.-andel bil	Summa
Hemma	26	74	100
Arbetsplats och övrigt	44	56	100
TOTALT	38	62	100

Vad arbetsplatsens belägenhet betyder för färdmedelsvalet får man en uppfattning om ur TAB. 9. Då arbetsplatsen är belägen i centrum använder 50% kollektivt färdmedel mellan bostad och arbetsplats medan motsvarande andel bara är 28% då arbetsplatsen är belägen utanför centrum. Detta är givetvis en följd av dels bättre kollektiv trafikservice och dels större parkerings-svårigheter i centrum.

Ur Resvaneundersökningen i Stor-Stockholm 1961 framgår bl.a. att de som använder bil i arbetet utgjorde drygt 20% av dem som inte åkte kollektivt till arbetet. Den helt dominerande orsaken till att förvärvsarbetande som "hade bil" ändå använde sig av kollektiva färdmedel till arbetet befanns vara parkeringssvårigheter.

Samband mellan resultatnoggrannhet och områdesstorlek

I trafikprognosarbetet indelas tätorten i områden och trafikutbytet mellan områdeskombinationer beräknas. Även färdmedelsfördelningen utförs lämpligen för områdeskombinationer. Om man delar upp en tätort i  $N$  områden får man  $\frac{N^2 - N}{2}$  områdeskombinationer.

För varje områdeskombination beräknas de förklarande variablerna, som har betydelse för färdmedelsvalet. För en viss områdeskombination bör medelvärdena för resp. områden användas. Med hjälp av dessa värden och modellen för färdmedelsval bestäms färdmedelsfördelningen mellan de olika områdena för den del av reskedjorna som inte är färdmedelsbundna.

Modellen för färdmedelsval är baserad på individundersökningar, varför också noggrannhetsangivelserna, t.ex. koefficienternas medelfel, avser förhållandena vid studium av individuellt resbeteende. Med hjälp av det beräkningsförfarande som visas i BIL. 5 är det emellertid möjligt att beräkna resultatnoggrannheten vid olika stort resultatbyte mellan de studerade områdena. Man kan härigenom bedöma erforderlig områdesstorlek för att uppnå en viss noggrannhet i slutresultatet. I TAB. 13 ges exempel på beräknade konfidensintervall.

TAB. 13. Exempel på konfidensintervall för andelen bilåkare vid beräkning för områdeskombinationer med olika stort resutbyte. Valmodellen med två förklarande variabler.

Antal resor i områdes- kombinationen	95% - konfidensintervall för andelen bilåkare vid olika antal resor i områdeskombinationen	
	Fall 1 <sup>a</sup> P(B) = 0,852	Fall 2 <sup>b</sup> P(B) = 0,678
25	0,71 - 0,99	0,49 - 0,86
50	0,75 - 0,95	0,55 - 0,81
100	0,78 - 0,92	0,59 - 0,77
500	0,82 - 0,88	0,64 - 0,72
1000	0,83 - 0,87	0,65 - 0,71

<sup>a</sup>Fall 1 är beräknat för  $x_{3b} = 1,01$  och  $x_6 = 0,74$ , vilket motsvarar medelvärdena för samtliga resenärer.

<sup>b</sup>Fall 2 är beräknat för  $x_{3b} = 0,77$  och  $x_6 = 0,08$ , vilka båda är värden betydligt under medelvärdena för kollektivgruppen.

Dessa värden gäller under antagandet att de olika faktorernas betydelse är samma vid prognostillfället som vid undersökningstillfället. Dessutom bör spridningen för de förklarande variablerna vara liten för varje områdeskombination.

Som framgår av TAB. 13 finns det möjligheter att med den presenterade valmodellen göra ganska noggranna uppskattningar av andelen bilåkare om resutbytet i områdeskombinationen är någorlunda stort.

#### Tillämpbarhet för svenska tätorter

Användbarheten av valmodellen med två förklarande variabler är till följd av de medtagna variablernas karaktär något begränsad. Reslängden är ju en olämplig handlingsparameter för att analysera olika åtgärder att öka det kollektiva trafiksystemets användning på kort sikt, eftersom den inte kan beskriva de ändrade reseförhållanden som blir följden av vidtagna åtgärder.

Buss-spårvagn beskriver en aspekt av valet mellan bil och kollektivt som praktiskt taget bara är aktuell i Norrköping. Det fak-

tum att x6 (Buss-spårvagn) lämnade ett stort bidrag till förklaringen tolkar vi så att det spårbundna färdmedlets bekvämlighet är väsentligt överlägsen bussens. Resultatet torde också kunna generaliseras så att det kollektiva färdmedlets komfort och bekvämlighet överhuvud är betydelsefull.

För färdmedelsfördelning i trafikprognoser är valmodellen med två förklarande variabler tillämpbar vid långsiktig översiktsplanering där verksamheters lokalisering till olika delar av tätorten övervägs. På kort och medellång sikt torde man i de flesta fall ha ett starkt behov av andra förklarande variabler. Härvid torde valmodellen med fem förklarande variabler kunna vara till ledning även om koefficienterna är osäkert bestämda.

Bl.a. med hänsyn till det bristfälliga erfarenhetsmaterial som finns för fördelning av trafik mellan bil och kollektivt i svenska tätorter, anser vi att valmodellerna är möjliga att tillämpa på andra tätorter. Detta gäller givetvis i de fall då variablerna är relevanta för den aktuella prognossituationen.

Vid användning av valmodellen för en annan tätort bör man beakta att första termen i uttrycket för  $P(B)$  varierar från ort till ort med den totala andelen bilåkare i tätorten, medan koefficienterna framför de förklarande variablerna inte torde variera särskilt mycket mellan olika tätorter. Första termen bestäms lämpligen genom kalibrering av valmodellen mot konstaterad färdmedelsfördelning i några snitt i den aktuella tätorten, exempelvis på broar eller vid järnvägsövergångar.

## 6. REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATT FORSKNING

För att kunna uppskatta för vilka reskedjor det i framtiden kommer att föreligga valfrihet mellan olika färdmedel, erfordras mer inträngande studier av färdmedelsbundna reskedjor. Bl a behöver orsakerna till att de är färdmedelsbundna samt fördelningen på resändamål och delområden i tätorten undersökas. Såväl bil- som kollektivbundna reskedjor bör studeras. Utöver nya modellansatser, som kan mer explicit beakta skillnaderna mellan bilhushåll och hushåll utan bil, bör vissa förklarande variabler prövas som vi inte haft möjlighet att analysera i denna undersökning, främst körkortsinnehav och användning av bil i arbetet.

För analys av parkeringssvårigheternas betydelse för färdmedelsvalet bör variabler som beskriver tidsåtgång för parkeringen, gångavstånd och parkeringsavgift prövas.

Det primära syftet med föreliggande undersökning har varit att söka finna den valmodell som ger största förklaring av det empiriska materialet. Detta syfte kan givetvis komma i konflikt med en strävan att få med sådana förklarande variabler som gör modellen användbar för olika planeringssituationer. Som exempel på sådana kan nämnas:

- Punktförbättringar (kortsiktiga) av tätortens trafiksystem
- Utbyggnadsplaner för tätortens totala trafiksystem (på medellång sikt)
- Överslagsmässiga markanvändningsplaner (långsiktiga)

Nödvändiga avvägningar mellan hög förklaringsgrad och användbarhet för den aktuella frågeställningen kan exemplifieras med variabeln  $X_{2c}$  ( $e^{\log}$  Spilltidskvot).

Om man studerar de olika föreslagna variablerna i en dimension finner man att spilltiden har inverkan på val av färdmedel och ligger ungefär på 2:a plats tillsammans med buss-spårvagn efter reslängden. I och med att reslängden togs med sögs emellertid en del av den förklaring som spilltiden kunde ge bort. Efter införande av buss-spårvagn i ekvationen var det bidrag som spilltiden kunde ge ännu mindre. Man borde då egentligen fråga sig hur stor sänkning av förklaringsgraden vi skulle ha fått om vi använt spilltiden i stället för reslängden. Om denna sänkning varit liten, skulle vi kanske ha föredragit spilltiden i stället för reslängden, på grund av dess större användbarhet i olika prognossituationer.

Ett generellt sett lämpligt analysförfarande skulle vara att först, med en stor uppsättning variabler, söka den valmodell som ger största förklaringsgrad. Därefter skulle man systematiskt pröva borttagandet av variabler som visserligen ger ett stort bidrag till förklaringen, men som bedöms ge en mindre god beskrivning av effekterna av aktuella åtgärder. En bedömning får sedan göras om den minskade förklaringsgraden uppvägs av den ökade användbarheten.

## LITTERATUR

## Referenser

Pratt, R H, 1970, A utilitarian theory of travel mode choice. (Highway Research Board.) Highway Research Record 322. Washington D.C.

Quarmby, D A, 1967, Choice of travel mode for the journey to work. Journal of Transport Economics and Policy, vol I no 3, sept. 1967.

Stopher, P R, 1969, A probability model of travel mode choice for the work journey. (Highway Research Board.) Highway Research Record 283. Washington D.C.

Svantemark, L & Svidén, A 1969, Attityder till kollektivt färdmedel. (Inst. för Trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund.) PLANFOR-meddelande 19. Lund.

Warner, S L, 1962, Stochastic choice of mode in urban travel: A study in binary choice. (Northwestern University Press.)

Kollektivtrafik i Norrköping. Rapport 1-6 och 8, 1968-69. (Allmänna Ingenjörbyrå AB.) Stockholm.

1968 års bilkostnadskalkyl, 1968. (Motormännens Riksförbund.) Stockholm.

Resor mellan bostad och arbete, 1970. (Malmö stads drätselkontor och Malmö stads gatukontor.) Malmö.

Resvaneundersökningen i Stor-Stockholm 1961. (Stadskollegiets utlåtanden och memorial.) Bihang 99, 1963. Stockholm.

Trafikanalys för Västeråsbygden, 1969. (Gatukontoret i Västerås i samarbete med Nordisk Planeringskonsult AB i Göteborg.) Västerås.



## Kompletterande litteratur

Bock, F C, 1968, Factors influencing modal trip assignment. (Highway Research Board.) National Cooperative Highway Research Program, Report 57. Washington D.C.

Claesson, Å, 1971, Skall du ta lådan. (Svenska Lokaltrafikföreningen.) Svensk Lokaltrafik, 1, 1971. Stockholm.

Dalborg, B, 1969, Kollektiv stadstrafik - gång- och väntförhållanden. (Statens institut för byggnadsforskning.) Bygghörsningen informerar. 11/69. Stockholm.

Gunnarsson, S O, 1970, Studies in traffic prediction for urban areas. II. Modal distribution with regard to parking restraints. (Chalmers tekniska högskola, institutionen för stadsbyggnad.) Meddelande 25, 1970. Göteborg.

Lave, C A, 1969, A behavioral approach to modal split forecasting. (Pergamon Press.) Transportation Research, vol. 3, pp. 463-480. Oxford.

Mc Gillivray, R G, 1970, Demand and choice models of modal split. Journal of Transport Economics and Policy, vol 4, pp.192-207.

Mross, M, 1971, Increasing the attractiveness of public transport. (International Union of Public Transport.) 39th international congress, Rome 1971. Brussels.

Olsson, T, 1971, Kollektivtrafiken i Norrköping. (Svenska Lokaltrafikföreningen.) Svensk Lokaltrafik, 1, 1971. Stockholm.

Rogers, K G, Townsend, G M & Metcalf, A E, 1970, Planning for the work journey - A generalised explanation of modal choice. (Local Government Operational Research Unit, Royal Institute of Public Administration) Report C 67. Reading.

Verkehrsteilung (modal split) in abhängigkeit von verschiedenen parametern, 1970. (Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure.) Forschungsauftrag 5/68. Zürich.

## BILDANDE AV KOEFFICIENTERNA I DISKRIMINANTFUNKTIONEN

Vi använder förutsättningen, att varianserna och kovarianserna mellan de olika variablerna är lika för två delpopulationer.

Diskriminantfunktionen för en person bildas

$$X = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n$$

Medelvärdet på diskriminantfunktionen för population 1 och 2 blir

$$\bar{X}_1 = \alpha_1 \bar{x}_{11} + \alpha_2 \bar{x}_{12} + \dots + \alpha_n \bar{x}_{1n}$$

$$\bar{X}_2 = \alpha_1 \bar{x}_{21} + \alpha_2 \bar{x}_{22} + \dots + \alpha_n \bar{x}_{2n}$$

Avståndet i kvadrat mellan de båda delpopulationernas medelvärden blir

$$\begin{aligned} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2 &= \left[ \alpha_1 (\bar{x}_{11} - \bar{x}_{21}) + \alpha_2 (\bar{x}_{12} - \bar{x}_{22}) + \right. \\ &\left. + \alpha_n (\bar{x}_{1n} - \bar{x}_{2n}) \right]^2 \end{aligned}$$

Vid förutsättningen att varianserna och kovarianserna mellan de olika variablerna är lika för båda delpopulationerna (kovariansmatriserna är lika) är variansen inom varje population

$$\sum_i \sum_j \alpha_i \alpha_j \text{Kov}(\alpha_i, \alpha_j)$$

$$i = 1 \dots \dots \dots n \quad j = 1 \dots \dots n$$

Problemet är nu att maximera G med avseende på  $\alpha_i$

$$G = \frac{\left[ \sum \alpha_i (\bar{x}_{1i} - \bar{x}_{2i}) \right]^2}{\sum \alpha_i \alpha_j \text{Kov}(\alpha_i, \alpha_j)}$$

Vi sätter de partiella derivallerna  $\frac{\delta G}{\delta \alpha_i} = 0$  och löser ut  $\alpha_i$ .

Vi får så småningom, att

$$\alpha_i = c^{1i} (\bar{x}_{11} - \bar{x}_{21}) + c^{2i} (\bar{x}_{12} - \bar{x}_{22}) + \dots + c^{ni} (\bar{x}_{1n} - \bar{x}_{2n})$$

$$i = 1 \dots \dots n$$

där  $c^{ji}$  är element i den inverterade kovariansmatrisen.

Distansen mellan medelvärdena på diskriminantaxeln för två delpopulationer kan mätas med Mahalanobis  $D^2$ :

$$= \sum_i \sum_j c^{ij} (\bar{x}_{i1} - \bar{x}_{i2}) (\bar{x}_{j1} - \bar{x}_{j2})$$

$$i = 1 \dots n \quad j = 1 \dots n$$

$c^{ij}$  är ett element i den inverterade kovariansmatrisen.

$\bar{x}_{i1}$  och  $\bar{x}_{i2}$  är medelvärdena för variabel  $i$  för population 1 och 2.

Den multipla korrelationskoefficienten ( $R$ ) kan också användas, då det finns ett entydigt samband mellan  $D^2$  och  $R$ .

TRAFIKKOMMITTEN  
NORRKÖPING

Nr .....

FRÅGEFORMULÄR ANGÅENDE

# RESVANORNA I NORRKÖPING

Resdagen är den ..... dec 1968

NAMN: .....

ADRESS: .....

ALLA LÄMNADE UPPGIFTER BEHANDLAS KONFIDENTIELLT.

Uppgifterna inom ramen ifylles ej

Ej anträffad datum				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anträffad		<input type="checkbox"/>		

1

HUR MÅNGA PERSONER FINNS DET I ERT HUSHÅLL?

..... ST

2

HUR MÅNGA AV DEM ÄR FYLLDA 6 ÅR?

..... ST

3

HADE NÅGON FAMILJEMEDLEM TILLGÅNG TILL BIL UNDER RESDAGEN?

JA  NEJ Om svaret är nej, gå direkt till fråga 12.Om svaret är ja, fortsätt med frågorna 4-12.

4

HUR MÅNGA PERSONBILAR HADE FAMILJEN TILLGÅNG TILL UNDER RESDAGEN?

1	2	3	ST
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

5

HUR MÅNGA PERSONER BRUKAR VARDAGAR KÖRA BILEN (BILARNA)?

	1	2	3	ST
BIL NR 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
BIL NR 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
BIL NR 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

6

HUR MÅNGA KÖRDE BILARNA UNDER RESDAGEN?

	0	1	2	3	ST
BIL NR 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
BIL NR 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
BIL NR 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

7

VILKEN ÄR ARBETSPLATSENS (SKOLANS) GATUADRESS:

FÖR FAMILJEMEDLEM 1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

6 .....

gata nr



9

HUR LÅNG RESTID HAR FAMILJEMEDLEMMARNA TILL ARBETET (SKOLAN)?  
(Fylles i om det är tänkbart att använda buss eller spårvagn resp bil för resan)

Familje- medlem nr	Med buss el spårvagn		Med bil	
	från port till port min	därav tid man <u>inte</u> sitter i färdmedlet min	från port till port min	därav tid man <u>inte</u> sitter i bilen min
1				
2				
3				
4				
5				
6				

10

VILKET FÄRDMEDEL ANVÄNDER NI VANLIGEN VID FÄRD TILL CENTRUM?  
(Området S Promenaden - Kristinagatan - Strömmen - Dalsgatan)

BIL  BUSS ELLER SPÅRVAGN

11

VARFÖR ANVÄNDER NI DETTA FÄRDMEDEL?  
(Kryssa för högst 2 rutor)

- a) BIL ÄR SNABBARE  b) BUSS ELLER SPÅRVAGN ÄR SNABBARE   
 BEKVÄMARE  BEKVÄMARE   
 BILLIGARE  BILLIGARE   
 SÄKRARE  SÄKRARE   
 LÄTT ATT PARKERA I CENTRUM  BILEN ÄR SVÅR ATT PARKERA I CENTRUM   
 ÖVRIGT  ÖVRIGT

12

HUR MÅNGA RESOR<sup>1)</sup> UNDER RESDAGEN GJORDE FAMILJEMEDLEMMARNA,  
SOM FYLLT SEX ÅR (OCH INTE BRUKAR KÖRA BIL ENL FRÅGA 5)?  
(Här antecknas samtliga resor under resdagen för de familjemedlemmar, som ej har  
sina resor antecknade under fråga 8)

Familje- medlem nr	antal resor med				SUMMA
	bil (som pass)	buss el spår- vagn	taxi	cykel el moped	
1					
2					
3					
4					
5					
6					

1) Resa = förflyttning från en punkt till en annan. Förflyttning fram och tillbaka  
anges som två resor

## MSQ-KRITERIET FÖR HUR MÅNGA VARIABLER SOM SKA TAS MED I DISKRIMINANTFUNKTIONEN

Vid uppställandet av en modell som förklarar val av färdmedel har man två delvis motstridande målsättningar

- Man vill ha så hög förklaringsgrad ( ex.vis Mahalanobis  $D^2$ ) som möjligt
- Man vill få så tillförlitliga bestämningar av diskriminantkoefficienterna som möjligt.

Vad händer nu med dessa målsättningar om vi använder olika antal variabler? Om vi har för få variabler blir förklaringen av färdmedelsvalet dels onödigt dålig dels kan diskriminantkoefficienterna förändras ganska mycket vid insättandet av en ny relevant variabel. Den formel ( estimator ) vi använder för att uppskatta de sanna diskriminantkoefficienterna ( parametrarna ) är inte förväntansrätt.

Om vi nu söker öka förklaringsgraden åstadkommer vi detta genom att sätta in allt fler variabler. Om dessa emellertid är starkt korrelerade med varandra kommer deras medelfel att öka kraftigt, så att koefficienterna blir mycket känsliga för slumpvariation. Detta kan uttryckas så att vi har fått hög kollinearitet.

Ett sätt att bestämma hur många variabler som ska medtas är att avbryta införandet av variabler när Mahalanobis  $D^2$  och den multipla korrelationskoefficienten ( R ) ökar obetydligt i förhållande till kollinearitetskoefficienten ( K ). Detta ger emellertid utrymme för subjektiva bedömningar av vad som är en obetydlig ökning.

Introducerandet av MSQ innebär ett försök att komma förbi denna olägenhet. Med hjälp av MSQ kan man välja ut den estimator som sannolikt ger den uppskattning av diskriminantkoefficienten som ligger närmast det sanna värdet, FIG. 7.

Antag att vi har två estimatorer  $t_1$  och  $t_2$  som kan användas för att uppskatta en parameter P, som exempelvis kan vara det sanna värdet på en diskriminantkoefficient. Visserligen är  $t_1$  icke



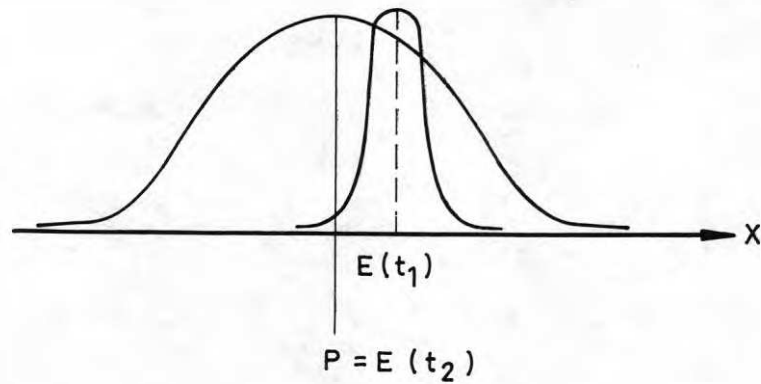


FIG. 7. Exempel på frekvensfunktion för två estimatorer med olika medelvärde och spridning. Estimatorerna uppskattar samma parameter  $P$ .  $E(t_1)$  = det förväntade värdet på estimatorn  $t_1$ .

förväntansrätt (biased) men har litet medelfel och vi kommer i figuren alltid att hamna i någorlunda närhet av  $P$ . Däremot är  $t_2$  förväntansrätt (unbiased) men medelfelet är så stort att man vid uppskattning av  $P$  löper risk att hamna längre från  $P$  än man gör med  $t_1$ . Vi bör emellertid enligt ovan använda den estimator, som har minsta mean square error (MSQ)

$$\text{MSQ} = E(t - P)^2 = \text{Var}(t) + [E(t - P)]^2$$

dvs  $[\text{Medelfelet}(t)]^2 + (\text{Biasen})^2$

Vi använder nu antagandet att med den sist medtagna variabeln får vi en någorlunda förväntansrätt skattning av koefficienterna. Bilda MSQ för ekvation 1 och 2 och sätt:

$$A = \text{Var}(b_{12}) - \text{Var}(b_{11}) - (b_{12} - b_{11})^2$$

där  $b_{ij}$  är koefficienten framför  $i$ -variabeln i ekvation  $j$

$\text{Var}(b_{ij})$  = Variansen = (medelfelet)<sup>2</sup> för variabel  $b_{ij}$

$\text{Var}(b_{12})$  = MSQ för ekvation 2 (2 variabler medtagna)

$\text{Var}(b_{11}) + (b_{12} - b_{11})^2$  är MSQ för ekvation 1 (1 variabel medtagen)

Om  $A$  är mindre än 0 säger vi att MSQ ekvation 2 är mindre än MSQ ekvation 1 och ekvation 2 anses bättre än ekvation 1.

Motivet för att bilda  $(b_{12} - b_{11})$  är att detta kan anses vara en uppskattning av biasen i variabel  $b_{11}$ .

Om MSQ för ekvation 2  $\leq$  MSQ för ekvation 1 bildas ett nytt uttryck:

$$\text{Var}(b_{13}) + \text{Var}(b_{23}) - \text{Var}(b_{12}) - \text{Var}(b_{22}) - (b_{13} - b_{12})^2 - (b_{23} - b_{22})^2$$

Om detta uttryck är mindre än 0 lägger vi till ytterligare en variabel osv.

En svaghet med denna metod är att man uppskattar biasen från förändringen i koefficienterna, som ju i sig är osäkert bestämda. Dessutom får icke den i varje ekvation sist medtagna variabeln en explicit behandling.

MSQ har ett visst samband med kriteriet att bryta införandet av nya variabler när koefficienterna för de nya variablerna inte är signifikant skilda från 0. MSQ har dock den fördelen att det är ett objektiva mått medan man vid bestämning av om koefficienterna är signifikant skilda från 0, subjektivt måste välja en signifikansnivå.

Anm. Med kollinearitetskoefficienten (K) förstås:

$$\sqrt{\text{1.- Det} \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & \dots & r_{2n} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & \dots & r_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & \dots & 1 \end{pmatrix}}$$

där  $r_{ij}$  är den vanliga korrelationskoefficienten mellan förklarande variabel  $i$  och förklarande variabel  $j$ .

MEDELVÄRDE OCH SPRIDNING FÖR SAMTLIGA FÖRKLARANDE  
VARIABLER

För tydlighets skull presenteras de ologaritmerade värdena för variant 3, vilka då blir desamma som för variant 2.

Variabel	Koll.-gruppen		Bilgruppen		Totalt
	Medelv.	Spridning	Medelv.	Spridning	Medelv.
x1b Restidskvot koll./bil	1,84	1,07	2,06	1,20	2,02
x2b Spilltidskvot koll./bil	3,34	2,52	4,06	2,58	3,95
x3a Reslängd för bil, km	2,48	1,18	3,23	1,59	3,12
x4a Parkeringsbeläggning, %	27,90	40,76	24,13	38,83	24,71
x5a Turtäthet, min	10,94	6,22	11,79	6,31	11,66
x6 Buss-Spårvagn (Medelv.= den andel som skulle företa det kollektiva resalternativet med buss.)	0,58	0,50	0,77	0,42	0,74
x7 Direkta resor bostad - arbetsplats (Medelv. = den andel som inte gör direkta resor.)	0,10	0,30	0,15	0,36	0,14
x8 Lunchresa till bostaden. (Medelv.= den andel som gör lunchresor.)	0,10	0,30	0,22	0,42	0,20
x9a Inkomst (tkr)	7,54	4,31	7,82	5,39	7,78

BERÄKNING AV KONFIDENSINTERVALL FÖR ANDELEN BILRESENÄRER  
VID OLIKA OMRÅDESSTORLEK

Under förutsättning att spridningen för de olika förklarande variablerna inom varje områdeskombination är liten, kan man uppställa konfidensgränser för sannolikheten att en person väljer bil. Vi definierar därför:

$$P_s(B) = A + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n + E$$

$$P(B) = \alpha + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

$$P_s(B) - P(B) = A + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n + E - \\ - \bar{P}(B) - b_1(x_1 - \bar{x}_1) - b_2(x_2 - \bar{x}_2) \dots b_n(x_n - \bar{x}_n) \text{ då}$$

$$\alpha = \bar{P}(B) - b_1\bar{x}_1 - b_2\bar{x}_2 \dots b_n\bar{x}_n$$

där  $P_s(B)$  = En persons verkliga sannolikhet att välja bil i den aktuella områdeskombinationen.

$P(B)$  = En persons uppskattade sannolikhet att välja bil i den aktuella områdeskombinationen.

$\bar{P}(B)$  = Den verkliga relativa andelen som väljer att åka bil i den aktuella områdeskombinationen.

$x_i$  = den  $i$ -te förklarande variabeln för en områdeskombination.  $i = 1, 2 \dots n$

$\bar{x}_i$  = medelvärdet för variabel  $x_i$  för samtliga områdeskombinationer.

$A; B_1; B_2; \dots B_n$  = de sanna värdena på koefficienterna

$\alpha; b_1; b_2; b_3 \dots b_n$  = de uppskattade värdena på koefficienterna

$E$  = slumpvariabel = residual

$$\text{Variansen för } [P_s(B) - P(B)] = \text{Var} [P_s(B) - P(B)] = \\ = \text{Var}(E) + \frac{\text{Var}(E)}{m} + (x_1 - \bar{x})^2 \text{Var}(b_1) + \\ + (x_2 - \bar{x})^2 \text{Var}(b_2) + \dots + (x_n - \bar{x}_n)^2 \text{Var}(b_n)$$

$m$  = antalet observationer i den ursprungliga undersökningen av individers färdmedelsval.

Om det är 1 st personer i den områdeskombination vi studerar, får vi den prognosticerade andelen resenärer för ett visst färdmedel som  $P(B) = \alpha + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n = \bar{P}(B) + (x_1 - \bar{x})b_1 + (x_2 - \bar{x}_2)b_2 + \dots + (x_n - \bar{x}_n)b_n$

$$\text{Vi sätter } \frac{P_s(B) - P(B)}{1} = \overline{P_s(B) - P(B)}$$

$$\text{Var} \left[ \overline{P_s(B) - P(B)} \right] = \frac{1}{1} \left[ \text{Var}(E) + \frac{\text{Var}(E)}{m} + (x_1 - \bar{x})^2 \text{Var}(b_1) + (x_2 - \bar{x})^2 \text{Var}(b_2) + \dots + (x_n - \bar{x}_n)^2 \text{Var}(b_n) \right]$$

Vid uppskattandet av den linjära sannolikhetsfunktionen erhåller vi en utjämnad uppskattning av  $\text{Var}(E)$ . Emellertid vet vi a priori, att  $\text{Var}(E) = P_s(B) [1 - P_s(B)]$ , som alltså skiljer sig från det av oss uppskattade värdet på  $\text{Var}(E)$ .

Det leder oss till att uppskattning av  $\text{Var}(E)$  bör ske enligt  $P(B) [1 - P(B)]$ .

Vid införandet av denna princip bör man också lägga märke till, att  $\text{Var}(E)$  ingår i  $\text{Var}(b_i)$  ungefärligt som  $\text{Var}(b_i) = \frac{\text{Var}(E)}{m \cdot k}$  där  $k$  är en konstant och  $m$  = antalet observationer i vår ursprungliga individundersökning. Det fel vi gör vid uppskattningen av  $\text{Var}(b_i)$  därför att vi använder oss av den utjämnade uppskattningen av  $\text{Var}(E)$  är alltså ganska litet.

Det bör därför vara en rimlig approximation att använda  $P(B) [1 - P(B)]$  som uppskattning av  $\text{Var}(E)$  och för övrigt använda den utjämnade uppskattningen av  $\text{Var}(E)$  vid uppskattandet av  $\text{Var}(b_1)$ ,  $\text{Var}(b_2)$  ...  $\text{Var}(b_n)$ .

Det visar sig också, åtminstone i den föreliggande undersökningen, att  $\text{Var}(E)$  har avgörande betydelse för beräkning av  $\text{Var} \left[ \overline{P_s(B) - P(B)} \right]$ , som därför kan approximeras med  $\frac{1}{1} P(B) [1 - P(B)]$ .

## PRELIMINÄR MODELL FÖR FÄRDMEDELSVAL

I den preliminära analysen av ej färdmedelsbundna reskedjor mellan bostad och arbetsplats använde vi oss av två modelltyper, nämligen förklaringsmodell och planeringsmodell. Förklaringsmodellen syftar till så bra förklaring som möjligt, oavsett om det är lätt eller svårt för en trafikplanerare att få tag på erforderliga uppgifter. I planeringsmodellen används däremot enbart sådana variabler som är lättare att bestämma, varigenom denna modell blir bättre anpassad till trafikplanerarens behov. Med de olika modellansatser som görs för att pröva olika variabeluttryck, jämför 2.3, erhålls sex olika ekvationer. I TAB. 14 redovisas den använda variabelkatalogen.

TAB. 14. Variabelkatalog för den preliminära analysen av val av färdmedel för arbetsresor.

A. Följande variabler har använts på samma sätt i den preliminära som i den slutliga analysen, jämför TAB. 2.

Variabel	Förklaringsmodell			Planeringsmodell		
	1	2	3	4	5	6
x 1a Restidsdifferens	x			x		
x 1b Restidskvot		x			x	
x 1c <sup>e</sup> log Restidskvot			x			x
x 3a Reslängd				x	x	x
x 4a Parkeringsbeläggning	x	x				
x 4b <sup>e</sup> log Parkeringsbeläggning			x			
x 6 Buss-spårvagn	x	x	x	x	x	x
x 7 Direkta resor bostad - arbetsplats	x	x	x			
x 8 Lunchresa till bostaden	x	x	x			
x 9a Inkomst	x	x				
x 9b <sup>e</sup> log Inkomst			x			

B. Följande variabler har endast använts i den preliminära analysen.

Variabel	Förklaringsmodell			Planeringsmodell		
	1	2	3	4	5	6
x 10a Väntetid för kollektivresan. Minuter	x	x		x	x	
x 10b <sup>e</sup> log Väntetid för kollektivresan			x			x
x 11a Gångtidsdifferens koll-bil. Minuter	x			x		
x 11b Gångtidskvot koll/bil		x			x	
x 11c <sup>e</sup> log Gångtidskvot koll/bil			x			x
x 12a Omstigningstid för kollektivresan. Minuter	x	x		x	x	
x 12b <sup>e</sup> log Omstigningstid för kollektivresan			x			x
x 13a Reskostnadsdifferens koll-bil. Jämför 3.1.2	x					
x 13b Reskostnadskvot koll/bil		x				
x 13c <sup>e</sup> log Reskostnadskvot koll/bil			x			
x 14 Turtäthet. Om turtätheten är 10 min eller tätare = 1. I annat fall = 0. (Om fler än ett färdmedel har den glesaste turtätheten använts)	x	x	x	x	x	x
x 15 Arbetsplatsens belägenhet. Om arbetsplatsen är belägen i centrum = 1. I annat fall = 0.				x	x	x

För förklaringsmodellen fick vi enligt de kriterier som använts i 4.2.3 tämligen entydigt fram att vi borde ha med de 3 variablerna x6 (Buss - spårvagn), x10 (Väntetid för kollektivresan) samt x8 (Lunchresa till bostaden). Med tanke på de få lunchresorna till bostaden som kollektivresenärerna utfört (3 av 31 resenärer) ansåg vi det mindre ändamålsenligt att använda denna variabel.

I planeringsmodellen erhöll vi som resultat att endast x6 (Buss - spårvagn) och x10 (Väntetid för kollektivresan) skulle användas. Vi fick alltså inte ut något av uppdelningen i förklaringsmodell och planeringsmodell, vilket i sin tur motiverade, att vi i den slutliga analysen inte använde denna uppdelning.

I den preliminära analysen bidrog inte reslängden påtagligt till förklaringen. Detta orsakades bl a av att vi inför den slutliga analysen gjorde en delvis genomgång av materialet och fann några smärre felaktigheter, som på ett extremt sätt råkat drabba reslängden för kollektivgruppen.

Följande diskriminantfunktioner erhöles för de olika varianterna av förklarings- och planeringsmodeller.

$$\text{Variant 1, 2, 4 och 5: } D = 1,75 \cdot x_6 - 0,65 \cdot x_{10a}$$

(0,53)                      (0,24)

$$\text{Variant 3 och 6: } D = 1,76 \cdot x_6 - 2,56 \cdot x_{10b}$$

(0,53)                      (0,93)

där  $x_6$  är buss-spårvagn

$x_{10a}$  är väntetid för kollektivresan

och  $x_{10b}$  är  $e_{10}$  väntetid för kollektivresan.

Siffrorna inom parentes är medelfelen för resp. koefficienter. Ett högt värde på diskriminantfunktionen indikerar större sannolikhet att välja bil. I båda fallen blev Mahalanobis  $D^2 = 0,48$  och multipla korrelationskoefficienten  $R = 0,24$ .

För att avgöra om vi skulle använda oss av linjär eller normalfördelad sannolikhetsfunktion undersöktes anpassningen till det empiriska materialet, TAB. 15.

TAB. 15. Exempel på teoretiska och empiriska andelar bilresenärer för olika värden på diskriminantaxeln. Exemplet avser varianterna 1,2,4 och 5 i den preliminära analysen. Värden som bara svarar mot 2 observationer anges inom parentes.

Representativa värden på diskriminantaxeln	Teoretisk andel bilresenärer		Empirisk andel bilresenärer
	Normalfördelad sannolikhets- modell	Linjär sannolikhetsmodell	
-1,95	0,76	0,76	0,76
-1,50	0,83	0,81	0,80
(-0,85)	(0,90)	(0,89)	(1,00)
-0,20	0,95	0,97	0,97



Båda sannolikhetsmodellerna anpassar sig nära till det empiriska materialet. Vi föredrar den linjära modellen bara för att den är lättare att handskas med.

Valmodellen för ej färdmedelsbundna reskedjor mellan bostad och arbetsplats får då följande utseende.

$$\text{Variant 1, 2, 4 och 5: } P(B) = 1,00 + \underset{(0,07)}{0,22 \cdot x_6} - \underset{(0,03)}{0,08 \cdot x_{10a}}$$

$$\text{Variant 3 och 6: } P(B) = 1,10 + \underset{(0,07)}{0,22 \cdot x_6} - \underset{(0,11)}{0,32 \cdot x_{10b}}$$

där  $P(B)$  är sannolikheten att välja bil

$x_6$  är buss - spårvagn

$x_{10a}$  är väntetid för kollektivresan

och  $x_{10b}$  är <sup>e</sup>log väntetid för kollektivresan.

Siffrorna inom parentes är medelfelen för resp. koefficienter. Om beräkningen av  $P(B)$  ger värden större än ett sätts  $P(B)$  till 1,00 och om man får negativa värden sätts  $P(B)$  till 0,00.



**R19: 1972**

**Denna rapport avser anslag Bs 765 från Statens råd för byggnadsforskning till tekn dr Lars Lindahl.**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm  
Grupp: samhällsplanering.**

**Pris: 17 kronor**