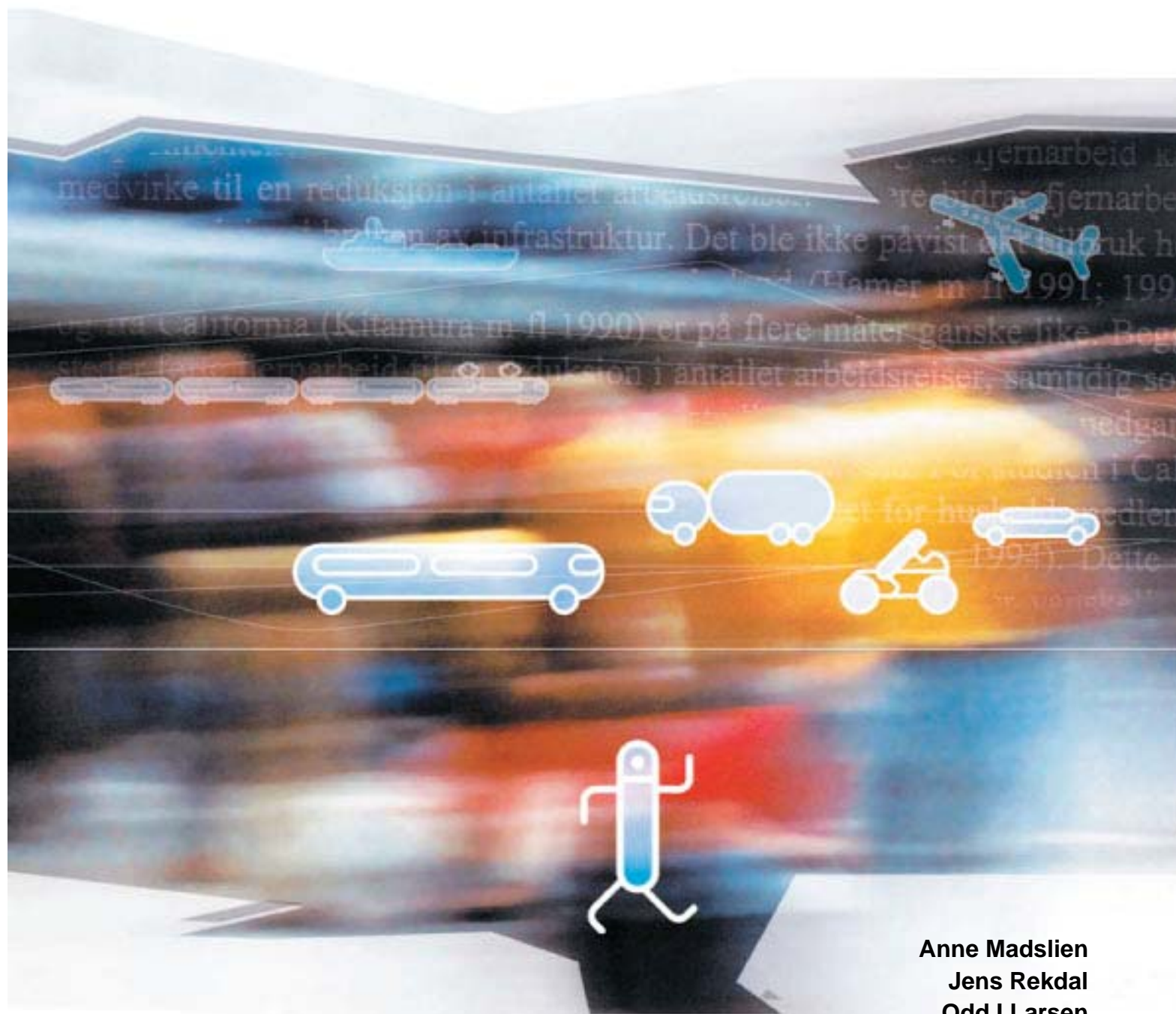


Utvikling av regionale modeller for persontransport i Norge



Utvikling av regionale modeller for persontransport i Norge

Anne Madslien
Jens Rekdal
Odd I Larsen

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

ISSN 0808-1190

ISBN 82-480-0490-2 Papirversjon

ISBN 82-480-0491-0 Elektronisk versjon

Oslo, desember 2005

Tittel: Utvikling av regionale modeller for persontransport i Norge

Forfatter(e): Anne Madslie; Jens Rekdal; Odd I Larsen

TØI rapport 766/2005

Oslo, 2005-12

88 sider

ISBN 82-480-0490-2 Papirversjon

ISBN 82-480-0491-0 Elektronisk versjon

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde:

Vegdirektoratet, Jernbaneverket, Kystverket, Avinor og Samferdselsdepartementet i regi av NTP-Transportanalyser

Prosjekt: 2816 Kortdistanse landsdelsmodeller for persontransport i Norge

Prosjektleder: Anne Madslie

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Emneord:

Transportmodell; Eterspørselsmodell; Persontransport; Prognosemodell

Sammendrag:

Sammen med Møreforskning har TØI utviklet et omfattende system av etterspørselsmodeller for reiser inntil 100 km i Norge, kalt RTM. Modellsystemet er spesifisert på et svært detaljert nivå, med grunnkretser som geografisk enhet (nærmere 14 000 soner i Norge). Systemet består av fem regionale modeller, en for hver av vegvesenets regioner. Det skiller dessuten mellom fem reisehensikter og fordeler reisene mellom fem transportmidler. Systemet inneholder også delmodeller for bilhold og førerkortinnehav og for valg av reisehyppighet. En helt ny delmodell håndterer kjøp og bruk av månedskort o l i kollektivtrafikken.

Title: Regional travel demand models for Norway

Author(s): Anne Madslie; Jens Rekdal; Odd I Larsen

TØI report 766/2005

Oslo: 2005-12

88 pages

ISBN 82-480-0490-2 Paper version

ISBN 82-480-0491-0 Electronic version

ISSN 0808-1190

Financed by:

NTP - Work Group for Transport Analysis, The Ministry of Transport and Communications

Project: 2816 Regional (short distance) models for passenger transport in Norway

Project manager: Anne Madslie

Quality manager: Kjell Werner Johansen

Key words:

Transport model; Demand model; Passenger transport; Forecast model

Summary:

The Institute of Transport Economics (TØI) and Molde Research Institute have developed a comprehensive model system for short distance travel demand in Norway. Distinguishing between five travel purposes, the model predicts license holding, car ownership, trip frequency, choice of destination and choice of mode within a nested logit structure. Trips are modelled at a fairly detailed geographic level, almost 14 000 zones being specified nationwide. A newly developed module treats the subscription and use of seasonal passes among public transport users as a separate nest.

Language of report: Norwegian

Rapporten kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, Biblioteket
Gautstadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

The report can be ordered from:
Institute of Transport Economics, The library
Gautstadalleen 21, NO 0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

På oppdrag fra Statens vegvesen, Jernbaneverket, Kystverket, Avinor og Samferdselsdepartementet har Transportøkonomisk institutt (TØI) og Møreforskning Molde AS (MFM) i samarbeid etablert et sett med landsdekkende etterspørselsmodeller for kortdistanse persontransport i Norge, RTM. Det er estimert felles modeller for hele landet, og disse er implementert og spesifikt tilpasset 5 landsdeler svarende til Statens vegvesens regioninndeling. Modellsystemet består blant annet av delmodeller for henholdsvis bilhold og førerkortinnhav, valg av transportmiddel og destinasjon og valg av reisefrekvens. Modellene er estimert på grunnlag av den nasjonale reisevaneundersøkelsen fra 2001 (RVU2001), PROSAMs reisevaneundersøkelse for Oslo og Akershus fra samme tid og en rekke andre geografisk fordelte data. Modellsystemet omfatter reiser inntil 100 km én vei, og er basert på grunnkretser som geografisk enhet. En ser dermed på reiser mellom alle par av grunnkretser, gitt at reiseavstanden mellom dem ikke overstiger 10 mil. Reiser lengre enn 10 mil beregnes i den nasjonale persontransportmodellen, NTM5.

Rapporten dokumenterer utviklingsarbeidet i relativt stor detalj. For at leseren skal få fullt utbytte av rapporten kreves derfor en viss bakgrunnskunnskap om estimering av etterspørselsmodeller. Rapporten omhandler kun estimeringen av etterspørselsmodellene, ikke nettverksmodeller og nettutlegging.

Fra Møreforskning har Jens Rekdal, Odd I. Larsen og Arne Løkketangen arbeidet på prosjektet. Fra TØI har Arild Vold, Berit Grue, Ingvil Gjelsvik og Anne Madslie bidratt, sistnevnte som administrativ prosjektleder. Jens Rekdal har hatt det faglige ansvaret for bearbeiding av RVU2001. Odd I. Larsen har hatt overordnet ansvar for estimering av alle delmodellene i systemet, samt kalibrering, kontroll og verifisering av modellsystemet. Arne Løkketangen har vært ansvarlig for kildekode og implementering. I tillegg har Tom N. Hamre, Numerika, bidratt med viktige deloppgaver i arbeidet, bl a tilrettelegging for estimering av modeller i programvaren Alogit og bearbeiding/tilrettelegging av store datafiler.

Jens Rekdal, Odd I. Larsen og Anne Madslie har i fellesskap forfattet rapporten. Avdelingsleder ved TØI Kjell Werner Johansen har kvalitetssikret rapporten og avdelingssekretær Laila Aastorp Andersen har stått for den endelige tekstbehandlingen.

Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Oskar Kleven. Vi vil takke ham og transportetatens representanter i NTP Transportanalyser for godt samarbeid og nyttige innspill underveis i arbeidet. Det samme gjelder modellutviklingens referansegruppe, bestående av Staffan Widlert, Otto Anker Nielsen, Fred Krohn og Gisle Solvoll, i tillegg til representanter fra Vegvesenets regioner.

Vi vil også takke SINTEF, som har vært ansvarlig for produksjon av LoS-data (transportkvalitetsdata) og implementering av modellsystemet i CUBE, for godt samarbeid gjennom prosjektet.

Arbeidet er finansiert av Vegdirektoratet, Jernbaneverket, Kystverket, Avinor og Samferdselsdepartementet i regi av NTP-Transportanalyser.

Oslo, desember 2005
Transportøkonomisk institutt

Lasse Fridstrøm *Kjell Werner Johansen*
instituttssjef avdelingsleder

Innhold

Sammendrag.....	I
Summary.....	i
1 Innledning	1
2 Modellstruktur.....	3
3 Regioninndeling og soneinndeling.....	6
4 Segmenteringsmodeller for bilhold og førerkortinnehav.....	8
5 Modeller for valg av transportmiddel og destinasjon.....	12
5.1 Datagrunnlag.....	12
5.1.1 Reisevanedata	12
5.1.2 Sonedata.....	17
5.1.3 Data om transporttilbudet (LoS-data).....	18
5.2 Andre viktige variable	21
5.2.1 Biltilgang	21
5.2.2 Flere destinasjoner på turen	22
5.3 Fordeling på reiseavstand i modellene	22
5.4 Notasjon i modellene for valg av transportmiddel og destinasjon	25
5.5 Valg av transportmiddel og destinasjon for arbeidsreiser	26
5.5.1 Datamaterialet.....	26
5.5.2 Spesielt om kostnadene ved arbeidsreiser	29
5.5.3 Simultan modellering av reisemåte/destinasjon og periodekortinnehav	31
5.5.4 Modellen	33
5.5.5 Variablene i modellen.....	36
5.6 Valg av transportmiddel og destinasjon for bostedsbaserte tjenestereiser.....	40
5.6.1 Datamaterialet.....	40
5.6.2 Modellen	41
5.6.3 Variablene i modellen.....	44
5.7 Valg av transportmiddel og destinasjon for besøksreiser	51
5.7.1 Datamaterialet.....	51
5.7.2 Modellen	53
5.7.3 Variablene i modellen.....	55
5.8 Valg av transportmiddel og destinasjon for bostedsbaserte handle- og servicereiser	60
5.8.1 Datamaterialet.....	60
5.8.2 Modellen	61
5.8.3 Variablene i modellen.....	63
5.9 Valg av transportmiddel og destinasjon for bostedsbaserte "andre reiser".....	67
5.9.1 Datamaterialet.....	67
5.9.2 Modellen	68
5.9.3 Variablene i modellen.....	70
5.10 En generell kommentar til estimerte MD-modeller.....	71
5.11 Skolereiser	72
5.11.1 Generelt	72
5.11.2 Grunnskolereiser.....	73
5.11.3 Reiser til og fra videregående skoler.....	73
5.11.4 Reiser til og fra høyere utdanningsinstitusjoner	74
5.11.5 Reisemiddelfordeling.....	74
6 Modeller for valg av reisefrekvens/turgenereringsmodeller	76
7 Prosedyre for beregning av "mellomliggende" turer	80
8 Implementering av modellene/resultater	84
8.1 Programmering/implementering	84
8.2 Valg som er gjort i forbindelse med implementeringen.....	85
8.3 Validering/kontroll av modellresultater	86
9 Litteratur.....	87

Sammendrag:

Utvikling av regionale modeller for persontransport i Norge

Innledning

Samferdselsmyndighetene i Norge har engasjert Transportøkonomisk institutt (TØI) og Møreforskning Molde AS (MFM) til å etablere et sett med landsdekkende kortdistanse transportmodeller som blant annet skal benyttes i arbeidet med nasjonal transportplan (NTP). Modellene skal dekke reiser inntil 10 mil én vei. Grunnlaget for arbeidet er blant annet en nasjonal reisevaneundersøkelse gjennomført i Norge i 2001 (RVU2001), og en rekke andre geografisk fordelte data fra samme tidsrom. RVU2001 og de øvrige data er stedfestet til grunnkretser som geografisk enhet. Det er vel 13500 slike grunnkretser i Norge. RVU2001 omfatter intervjuer med ca 21000 personer. I tillegg har PROSAM (samarbeidet for bedre transportprognoser i Osloregionen) i samme periode intervjuet 8800 personer bosatt i Oslo og Akershus fylke (PRVU01/02). Denne undersøkelsen er også benyttet i modell-estimeringen. Samferdselsmyndighetene har, i samarbeid med SINTEF, også utviklet et sett regionale nettverksmodeller som skal levere og motta data fra transportmodellene. Nettverksmodeller og nettutlegging er ikke omtalt i denne rapporten.

Arbeidsopplegget for prosjektet forutsatte at man skulle estimere felles modeller for hele landet, som videre skulle implementeres og tilpasses spesifikt i 5 landsdeler som tilsvarer Vegvesenets regioninndeling. Dette ble bestemt fordi datagrunnlaget i de to RVUer til sammen ikke var stort nok til å estimere egne modeller for hver av de 5 landsdelene, og fordi det dessuten er vesentlig mindre ressurskrevende å estimere et felles sett modeller. En ulempe er at man ved å estimere felles modeller må gi avkall på å håndtere forhold som er spesifikke for hver landsdel og som dessuten kan variere betydelig internt i hver landsdel (kø/reisetidspunkt, med mer). For å bedre ivareta behovet for samferdselsmyndighetenes daglige planlegging er programmeringen av modellene uavhengig av soneinndelingen. Dette gjør at en planlegger relativt lett kan definere og spesifisere mindre modellområder enn en region, for eksempel fylker eller grupper av kommuner, og kjøre modellene på disse. Dermed kan man unngå å kjøre modellen på en hel region med 5000-6000 soner hvis man skal studere et prosjekt eller en prosjektpakke med en klar geografisk avgrensning når det gjelder influensområde.

Oversikt over modellsystemet

En modellkjøring vil vanligvis starte med ta man tar ut matriser med reisetilbud fra nettverksmodellene, "Level of Service" (LoS)-matriser. Dette er matriser med

Rapporten kan bestilles fra:

Transportøkonomisk institutt, Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo

Telefon: 22 57 38 00 Telefax: 22 57 02 90

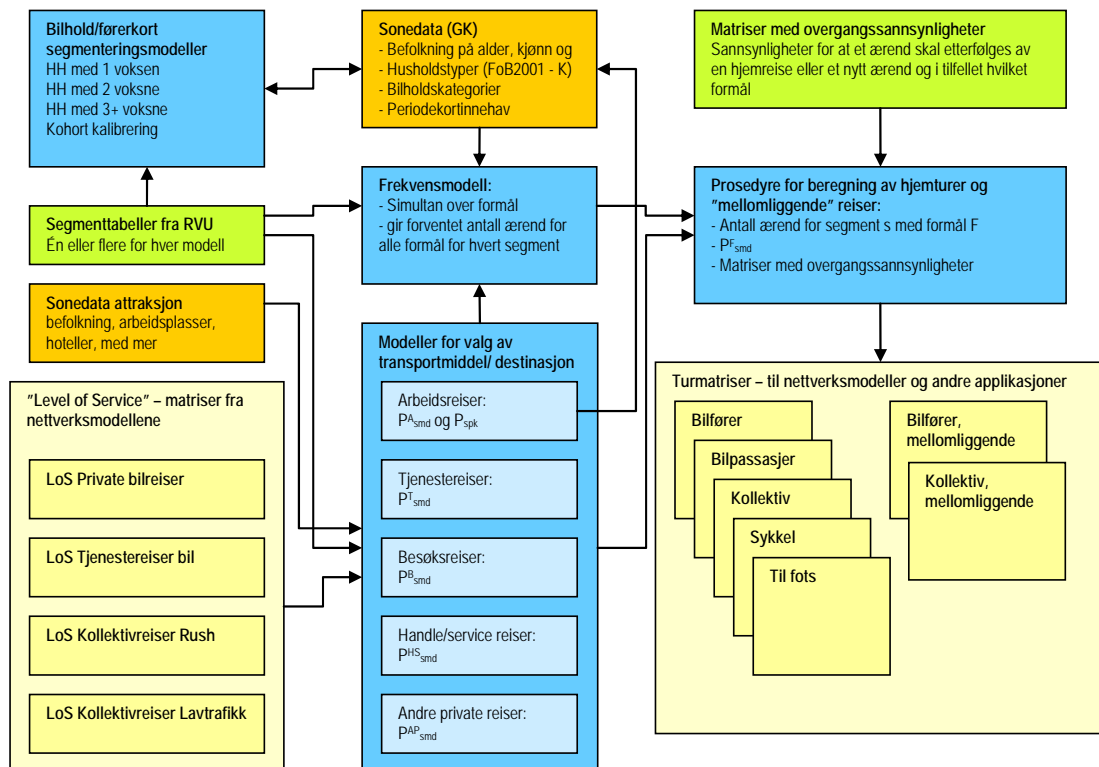
informasjon om reisetider og kostnader mellom alle soner i modellområdet og for alle transportmåter. Disse spesifiseres som inputdata sammen med de øvrige data som inngår i en modellkjøring; demografiske *sonedata til generering av turer*, *sonedata for attrahering av turer* og ulike *segmenttabeller* fra RVU2001, som gir gjennomsnittsverdier for befolkningssegmenter når det gjelder variable det ikke finnes sonedata for.

Modellkjøringen starter med *bilholds- og førerkortmodellene* som segmenterer de demografiske data (befolkning i grunnkretser på alder, kjønn og husholdstype) etter bilhold og førerkortinnhav. Det er egne separat estimerte bilholds- og førerkortmodeller for tre ulike husholdstyper, og befolkningen fordeles på 5 segmenter etter biltilgang, avhengig av om personen selv har førerkort og av hvor mange biler det er i husholdet i forhold til antall førerkort. Modellene er kalibrert mot prognoser for førerkortinnhavet i år 2010, 2015, 2020, 2025, 2030 og 2040. Bilholds- og førerkortmodellene er først og fremst viktige i langsiktige trafikk- og transportprognoser.

De 5 modellene for valg av transportmiddel og destinasjon (én for hvert reiseformål) er bosteds- og rundturbaserte og benytter segmenteringen fra bilholds- og førerkortmodellene som input. Valg av transportmiddel og destinasjon er estimert simultant, som multinomiske logitmodeller for de fleste reisehensikter. I modellen for *arbeidsreiser* ivaretas også valg mellom periodekort og enkeltbillett for kollektivtransport, og dette er formulert slik at informasjonen om periodekortinnhavet kan benyttes direkte av de 4 øvrige reisehensiktene.

Modellene for reisefrekvens er logitmodeller estimert i kombinasjon med Hurdle-Poisson. En standard Poisson-modell angir sannsynligheten for at en begivenhet skal opptre 0,1,2,3,... ganger i løpet av et gitt tidsrom. Hurdle-Poisson innebærer i dette tilfellet at sannsynligheten for 0 forekomster avviker fra det man har med standard Poisson. Modellene er estimert simultant for alle reisehensikter og gir forventet antall ærend for hver reisehensikt. I frekvensmodellen inngår bl a log-summer fra transportmiddel- og destinasjonsmodellene som variable, hvilket innebærer at reisefrekvensene påvirkes av transporttilbudet og biltilgjengeligheten. Siden modellene for transportmiddel og destinasjon er basert på rundturer med bare én hoveddestinasjon, mens frekvensmodellen beregner alle ærend som er gjennomført, er det laget en *prosedyre som ivaretar rundturer med mellomliggende reiser*. Prosedyren samordner informasjonen fra transportmiddel- og destinasjonsmodellene og frekvensmodellen slik at systemet produserer korrekt antall utreiser, hjemreiser og mellomliggende reiser, basert på matriser med "*overgangssannsynligheter*". Dette er sannsynligheter for at et ærend med et gitt formål etterfølges av en hjemreise eller et nytt ærend, og i tilfelle hvilket formål. Resultatet av en modellkjøring er turmatriser for rene tur/retur reiser og utreiser, mellomliggende reiser og returer for reiser med flere enn én destinasjon.

Figur 1. Oversikt over modellsystemet



TØI-rapport 766/2005

Segmenteringsmodeller for bilhold og førerkortinnehav

De demografiske data tilgjengelig for modellsystemet fordeler befolkningen i grunnkretsene på alder (5 års intervaller), kjønn og 3 husholdskategorier (hushold med én voksen person fra 18 år, med to voksne personer og med tre eller flere voksne personer). Bilholdet og førerkortinnehavet i husholdene er et svært viktig aspekt ved individers muligheter til å foreta visse typer reiser, samtidig som utviklingen av biltilgjengeligheten over tid sannsynligvis er en avgjørende faktor for veksten i biltrafikken. Vi ønsker derfor at våre transportmodeller skal ivareta effekter av endret biltilgang og førerkortinnehav. Hensikten med disse modellene er dermed å segmentere befolkningen ytterligere for å få informasjon om befolkningsgruppens biltilgjengelighet. Vi har valgt å lage modeller som segmenterer befolkningen på alder og kjønn i sonene videre inn i 5 gjensidig utelukkende segmenter med ulik biltilgang. Resultatene fra disse modellene kan benyttes direkte i transportmiddel- og destinasjonsmodellene. De fem segmentene er:

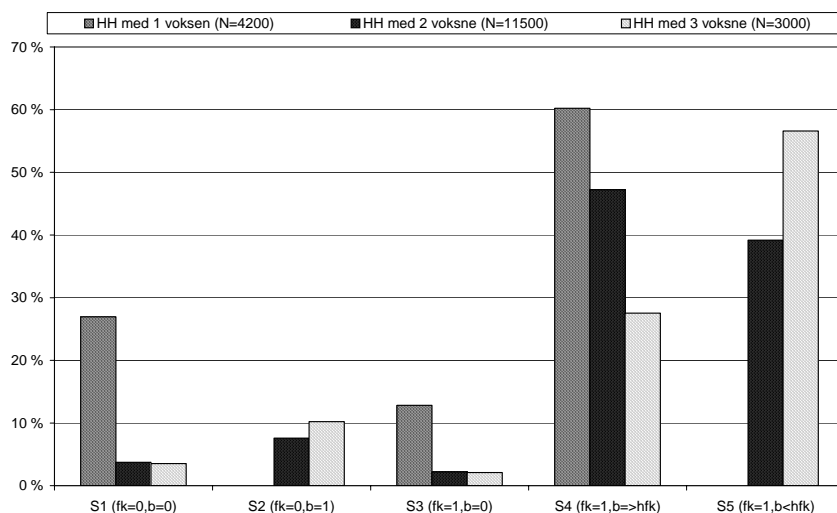
- S1: Personer uten førerkort og ingen biler i husholdet (ikke tilgang til bil som fører, dårlig tilgang til bil som passasjer).
- S2: Personer uten førerkort, men med en eller flere biler i husholdet (bare biltilgang som bilpassasjer).

- S3: Personer med førerkort, men uten biler i husholdet (dårlig tilgang til bil)
- S4: Personer med førerkort og minst like mange biler som førerkort i husholdet (full biltilgang)
- S5: Personer med førerkort og færre biler enn førerkort i husholdet (delvis/god biltilgang)

Som vi ser, har personer som tilhører segment S1 og S2 ikke førerkort, og personer som tilhører segment S1 og S3 har ikke bil. For personer med førerkort, er totalt antall førerkort og totalt antall biler i husstanden avgjørende for biltilgangen. Data fra RVU2001 er benyttet som estimeringsgrunnlag, sammen med data som beskriver respondentenes bostedsgrunnkrets. Materialet er splittet i tre deler avhengig av antall personer i husholdet som har fylt 18 år.

Figur 2 viser at fordelingen på de 5 bilhold/førerkortsegmentene varierer betydelig mellom de tre husholdstypene. I hushold med én voksen er andelen med full biltilgang 60 %, mens den er knappe 50 % i hushold med 2 voksne og knapt 30 % i hushold med 3 og flere voksne. I hushold med én voksen person er dessuten andelen uten biltilgang nær 30 % (eldre og yngre aleneboende). I hushold med 3 og flere voksne er andelen med delvis biltilgang nær 60 %.

Figur 2 . Fordeling av personer på bilholds- og førerkortsegmenter etter husholdstype

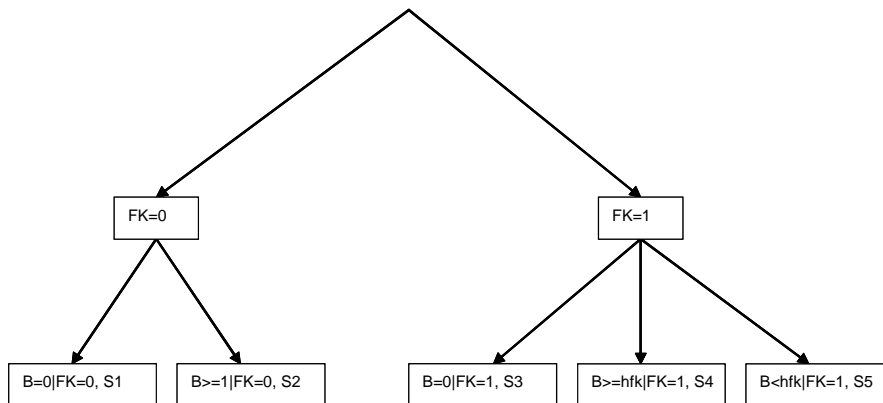


TØI-rapport 766/2005

Den metoden som er valgt innebærer å definere situasjonen som tre atskilte problemer; førerkortinnhaver, biltilgang for personer med førerkort, og biltilgang for personer uten førerkort. Samtidig er modellene for disse tre situasjonene estimert simultant. Førerkortinnhaver er en binær situasjon (fk=1 eller fk=0). Biltilgang for personer med førerkort representeres ved tre gjensidig utelukkende alternativer, ingen biler (b=0), bil men færre biler enn førerkort i husholdet (b>0, b<hfk), og bil og like mange eller flere biler enn førerkort i husholdet (b>0, b>=hfk). Når vi for personer uten førerkort ikke trenger å ta hensyn til antall førerkort og antall biler blir situasjonen som vist i figur 3. For hushold med bare én voksen person vil ikke S2 og S5 være aktuelle, da det i slike hushold ikke er naturlig å ha bil hvis man ikke har førerkort (S2), og fordi det maksimalt kan være én person med førerkort i slike hushold (S5). For hver av de tre husholdskate-

goriene er det estimert modeller som fordeler befolkningen på de 5 bilhold/fører-kortsegmenter.

Figur 3. Struktur i modeller for bilhold og førerkortinnehav



TØI-rapport 766/2005

Modellene er estimert med en sannsynlighetsmaksimeringsprosedyre kodet i GAUSS. Modellene er spesifisert med "nyttefunksjoner" som består av alternativspesifikke konstanter og variable som beskriver bostedssone, individuelle kjennetegn og husholdskarakteristika. De viktigste variablene er alder, kjønn, familietype, befolkningstetthet og inntekt. Alder og kjønn inngår både formulert som dummyvariable og som kontinuerlige variable.

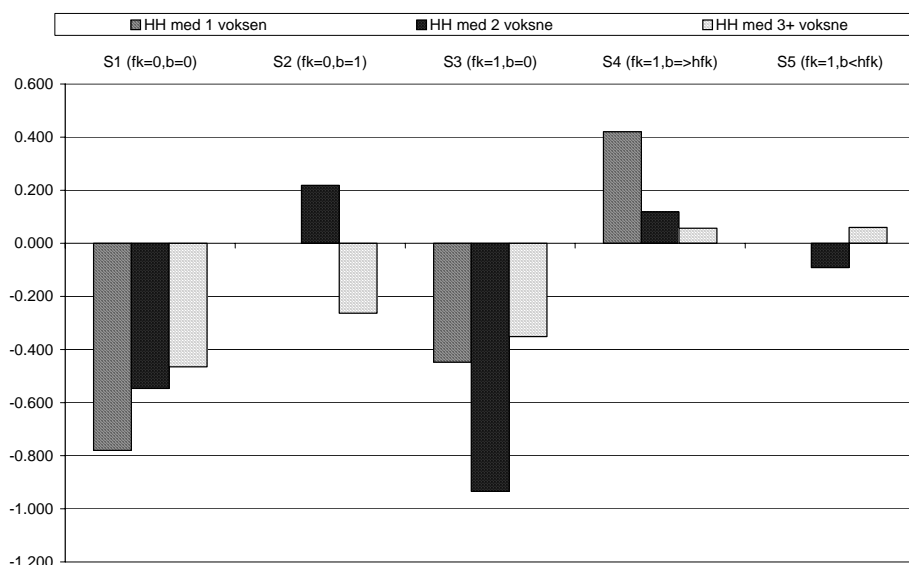
Vi har ikke hatt tilgang til variable som beskriver parkeringsforholdene ved bostedet direkte. Befolkningstetthet er benyttet som en proxyvariabel for dette, formulert både som kontinuerlige variable og som ulike dummyvariable. Tanken er at det i områder med høy befolkningstetthet ofte kan være høyere generaliserte kostnader knyttet til bilhold enn i områder med lav tetthet. Denne variabelen vil imidlertid også fange opp andre faktorer, som bedre kollektivtilbud, kortere avstander til aktiviteter, med mer, og dermed mindre behov for bil i områder med høy tetthet. Det er en klar sammenheng mellom befolkningstetthet og både bilhold og førerkortinnehav i våre modeller. I områder med høy befolkningstetthet er sannsynligheten for full biltilgang og førerkort lavere, og sannsynligheten for delvis eller ingen biltilgang høyere enn ellers.

Husholdsinntekt inngår i estimeringen som kontinuerlige variable. Det er forutsatt at den marginale bilen har en fast årlig kostnad på NOK 10 000, som trekkes fra husholdsinntekten. Den marginale bilen er ofte mye eldre enn gjennomsnittsbilen og har dermed lavere verdi. Eldre biler har sjelden kaskoforsikring. I alle modeller har inntektsvariabelen et tillegg for storbyområder (de 4 største byene i Norge), som gjør at inntektseffekter dempes i disse områdene.

Figur 4 viser inntektselastisitetene i de tre modellene beregnet med utgangspunkt i den fordeling en hadde på hushold og segmenter i datagrunnlaget for estimeringen. Det som vises i figuren er prosentvis forskyvning mellom segmentene som følge av 1 % økning i inntektene. Størrelsen på endringene er svært avhengig av

fordelingen på segmentene i utgangspunktet (jfr fig 2). Det er et generelt trekk at en finner store endringer for alternativer med få personer og mindre endringer for alternativer med mange personer.

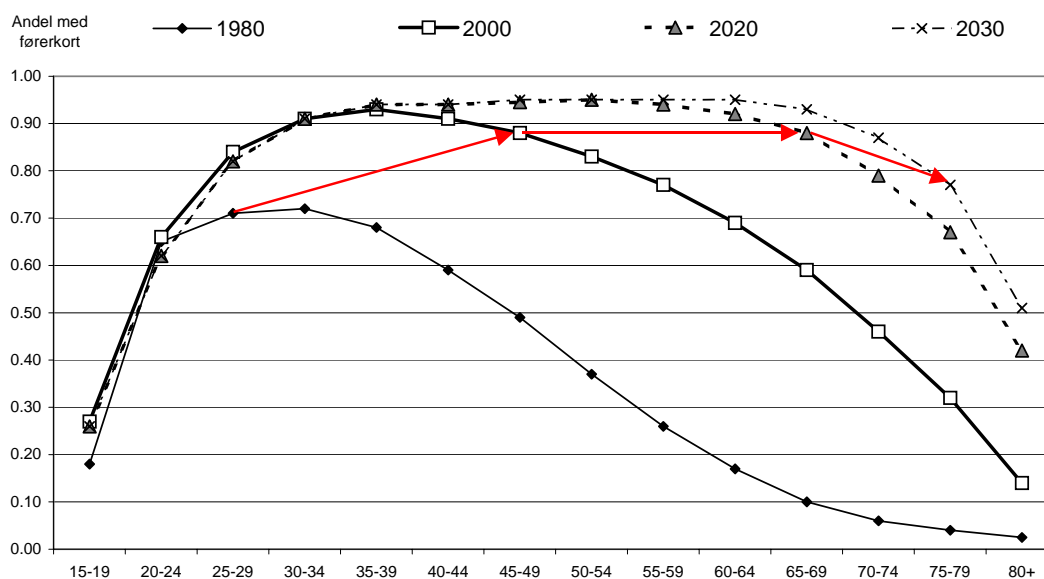
Figur 4. Inntektsvirkninger i bilholds- og førerkortmodellene. Prosent endring i segmentets størrelse ved 1% alminnelig inntektsvekst.



TØI-rapport 766/2005

I implementeringen kalibreres modellene mot prognoser for førerkortinnhavedet i år 2010, 2015, 2020, 2025, 2030 og 2040 beregnet ved kohorteffekter, dvs hvordan førerkortinnhavedet endrer seg for de enkelte fødselskull. For kvinner er disse kohorteffektene illustrert i figur 5.

Figur 5. Førerkortinnhavedet for kvinner i ulike aldersgrupper i 1980 og 2000. Forventet førerkortinnhavedet i 2020 og 2030.



TØI-rapport 766/2005

Det er få personer som taper førerkort før fylte 70 år. En realistisk modell innebærer derfor stigende kohortkurver fram til 70 års alder eller lenger. Kohortkurvene framkommer ved å binde sammen punkter i ulike periodekurver som vedrører samme generasjon (kohort). De røde pilene angir kohortkurven for førerkortandel for kvinner som i 1980 var mellom 25 og 29. I 2000 var disse kvinnene mellom 45 og 49 år, og førerkortandelen hadde økt fra 70 % 20 år tidligere til nærmere 90 %. Denne andelen holder seg tilnærmet konstant frem til 2020, før den synker fremover mot 2030. Da er kvinnene i alderen 75-79 år. Andelen førerkort er likevel større enn den var for de samme kvinnene i 1980. Når modellene skal benyttes til langsiktige prognoser vil kalibreringen sørge for å ivareta disse effektene.

Modeller for valg av transportmiddel og destinasjon

Data

Datamaterialet til estimeringen av disse modellene er basert på tre ulike kilder. *Reisevanedata* (fra RVU2001 og PRVU01/02) gir informasjon om valgt transportmåte og valgt destinasjon for rundturer fra bosted til én hoveddestinasjon og tilbake til bosted, om kjennetegn ved informantene som har gjennomført rundturene, og om informantenes hushold. *Sonedata* gir informasjon om hva som befinner seg av attraksjoner (arbeidsplasser, befolkning, med mer) i mulige destinasjoner, og *LoS-data* (Level of Service / transportstandard) gir informasjon om reisetider og kostnader forbundet med besøk i de ulike destinasjoner. All informasjon som er benyttet er stedfestet til grunnkretser som geografisk enhet. Grunnkretser er den mest detaljerte standard geografiske inndelingen i Norge (ca 13500 stk i hele landet). Siden modellene vil reflektere kvaliteten på de tre datakilder er det lagt en del ressurser i å ”vaske” dataene.

Utgangspunktet for reisevanene i estimeringsgrunnlaget er informantenes redogjørelse av alle gårdsdagens reiser, med valgt transportmiddel, valgt destinasjon, reisetidspunkt, reisetid, med mer, for alle bevegelser utenfor bostedet. Dette skal gi opphav til en sammenhengende sekvens med reiser som, for de aller fleste informantene, starter i bostedet om morgenen og ender i bostedet om ettermiddagen eller kvelden. Ved gjennomgangen av datamaterialet ble det identifisert en del usammenhengende reisesekvenser og andre feil, som enten ble rettet opp eller forkastet (17 % av de ca 93000 delreisene ble forkastet). De sammenhengende reisesekvensene som starter og ender i bostedet ble gjort om til rundturer med én eller flere destinasjoner. Det ble i alt ca 35000 slike rundturer, hvorav vel 75 % bare har én destinasjon. Rundturer med to og flere destinasjoner ble behandlet spesielt for å finne ut om én av destinasjonene kunne benyttes som hoveddestinasjon. Rundturer som ”lignet” på en ren tur/retur reise ble akseptert til å inngå i estimeringsgrunnlaget, men spesifisert som en tur/retur, mens mer kompliserte rundturer ble forkastet. Forkastingen var basert på visse kriterier knyttet til tid tilbrakt på hver destinasjon, avstand fra bosted til hver destinasjon, og faktisk reiseavstand for hele rundturen sammenliknet med avstand til og fra bostedet til potensielle hoveddestinasjoner. Ca 35 % av rundturene med to og flere destinasjoner ble akseptert og disse ble tilordnet en variabel som indikerer at én eller flere sekundære destinasjoner er tatt bort fra disse rundturene. Resten av rundturene ble vurdert som for komplisert og forkastet. Årsaken til den relativt

konservative behandlingen av disse rundturene er knyttet til problemene ved å spesifisere korrekte LoS-data til de rundturer som har flere destinasjoner når disse ikke likner på en ren tur/retur.

Når observasjoner med manglende stedfesting, uaktuelle transportmåter og reisehensikter, eller andre dataproblemer er fjernet, omfatter estimeringsgrunnlaget i alt ca 23000 rundturer. For hver rundtur trekkes det et tilfeldig utvalg ("random sampling of alternatives") på maksimalt 249 destinasjoner fra mengden soner innenfor 10 mil fra bostedet. Disse destinasjonene brukes som alternativer til den destinasjon som faktisk er valgt, og i datafilen kobles sonedata for attraksjon og LoS-data både til den valgte og til de uttrukne, alternative destinasjoner.

Reisehensikter og transportmåter

Det er estimert bosteds- og rundturbaserte modeller for de fem reisehensiktene:

- Arbeidsreiser
- Tjenestereiser
- Handle/servicereiser
- Private besøksreiser og andre private reiser

Estimeringsarbeidet har vært en relativt omfattende prosess med prøving og feiling, feilsøk og korrigeringer av datamaterialet. Vi har fremdeles et inntrykk av at spesielt kollektivtransport er relativt skjematisk behandlet i nettverkene, i hvert fall i deler av landet. På den annen side har hver korrigering som er gjennomført, og som har gitt nye LoS-matriser, gitt relativt moderat påvirkning på modellestimatene.

Modellene er estimert for transportmåtene bilfører, bilpassasjer, kollektivtransport, sykkel og gang (til fots). Flest reiser er gjort som bilfører, og denne andelen varierer fra 47 % (besøksreiser) til 69 % (tjenestereiser). Det er færrest sykkeltureturer i materialet, fra 3 % for handle/servicereiser til 8 % for besøksreisene. Det er videre slik at en relativt stor andel av reisene ikke har kollektivtransport tilgjengelig (hele 60 % for noen reiseformål), noe som tyder på at kollektivnettet ikke er så detaljert kodet som man skulle ønsket. I datamaterialet er det signifikante forskjeller mellom kvinner og menn både når det gjelder transportmiddel-fordeling og avstandsfordeling. Relativt sett er kvinner oftere bilpassasjerer enn menn og de benytter hyppigere kollektivtransport eller går til arbeid. I tillegg reiser de i gjennomsnitt kortere enn menn, dette er spesielt tydelig for arbeidsreisene og tjenestereisene.

Hierarkisk struktur

For alle reiseformål har vi testet ut ulike trestrukturer. Generelt har vi fått som resultat at varianter med destinasjonsvalget rangert over transportmiddelvalget fikk en logsumkoeffisient som ikke var signifikant forskjellig fra 1. Variantene med transportmiddelvalget over destinasjonsvalget hadde en noe bedre log-likelihood-verdi enn de multinomiske modellene, men kostnadskoeffisienten var betydelig lavere i tallverdi og signifikans, noe som gav betydelig høyere implisitte

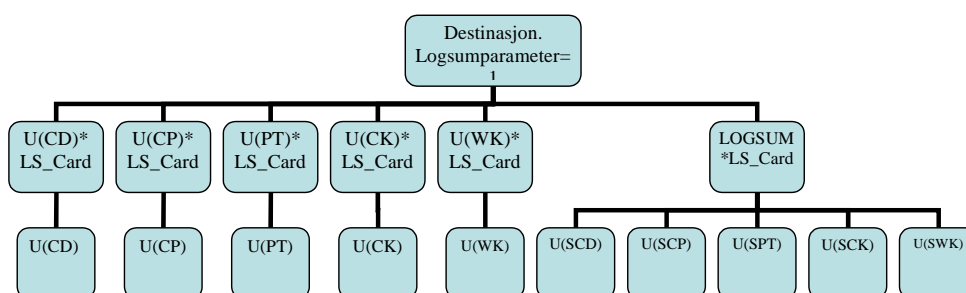
tidsverdier. I og med at vi allerede i utgangspunktet hadde tidsverdier som var i overkant av forventet, valgte vi å benytte multinomiske modeller framfor strukturerte ved valg av transportmiddel og destinasjon for tre av reisemåtene (tjenestereiser, besøksreiser og handle-/servicereiser). Modellen for andre private reiser er strukturert med destinasjonsvalget over transportmiddelvalget. Denne modellen var spesielt vanskelig å estimere med tilfredsstillende resultater. Årsaken er trolig at dette er en relativt lite homogen reisehensikt som bl.a. omfatter fritidsreiser, rekreasjonsreiser, hente/bringe reiser og en del andre, mindre hyppige reisehensikter.

Modellen for arbeidsreiser har en noe mer komplisert struktur enn de andre modellene, da vi her har valgt å estimere transportmiddel/destinasjon og periodekortinnehav simultant. Den enkle (og mest vanlige) måten å håndtere periodekort for kollektivtransport på, er uten tvil å benytte månedskortpris/antall reisedager som kostnad for dem som har periodekort (til alle aktuelle destinasjoner). Dette er en praksis som har flere ulemper, hvorav den viktigste er at man ikke får tatt hensyn til at kollektivtransport gjerne vil oppfattes som gratis på registreringsdagen. De som har periodekort vil også gjerne bare være sporadiske brukere av bil på arbeidsreisen, og det er derfor rimelig å anta at de ikke kan utnytte rabattmuligheter når det gjelder eventuelle bompenger og ferger.

Periodekort

I modellen for arbeidsreiser har vi derfor valgt å behandle reiser med periodekort som et eget nest med en egen logsumparameter. Dette innebærer at vi får 5 ekstra nyttefunksjoner, én for hver reisemåte. Nyttefunksjonene her (SCD, SCP, SPT, SCK, SWK) er nestet med logsumparameteren LS_CARD. Nyttefunksjonene uten periodekort (CD, CP, PT, CK, WK) multipliseres også med samme logsumparameter for å bringe dem på samme nivå (et "dummy-nest"). Dette er nødvendig for å få korrekte generiske parametre. Modellen er multinomisk i valg av destinasjon og transportmiddel.

Figur 6. Modellstruktur for arbeidsreiser



TØI-rapport 766/2005

Kostnaden for en arbeidsreise ved bruk av periodekort settes til månedskortpris/22. Denne kostnaden legges til alle transportmåter under nestet med periodekort, og tilordnes en egen parameter. Kollektivtransport har kun denne kostnaden under nestet med periodekort, mens de øvrige transportmåter i tillegg

er tilordnet de ordinære kostnadene forbundet med disse. Internt i nestet for reiser med periodekort vil dermed kollektivtransport fremstå som gratis, og mellom nestene vil kollektivtransport være billigere med periodekort enn uten. Samtidig vil det være dyrere å reise med andre transportmåter hvis man har periodekort. Det viser seg at parameteren til prisen på periodekort blir høyere enn parameteren for andre kostnader (en krone anvendt på månedskort "vurderes" til kr 1.30), noe som kan skyldes at kjøp av periodekort innebærer et relativt stort kontantutlegg, samtidig som det alltid vil være en viss usikkerhet knyttet til hvor mange reiser det faktisk vil benyttes for (pga sykdom, risiko for at kortet mistes osv). Det er flere fordeler ved å operere med et eget nest for periodekort, bla:

- Valgbetingelsene blir så langt mulig korrekt spesifisert og vi bryter samtidig en del av korrelasjonen mellom reisetid og kostnad. Prisen på periodekort påvirker destinasjonsvalget og valget mellom kort/ikke kort for en gitt destinasjon, men for dem som velger periodekort, fremstår kollektivtransport som gratis i forbindelse med transportmiddelvalget.
- Vi unngår problemet med spesifisering av kostnaden for kollektivtransport for alternative destinasjoner og for alternative transportmidler, siden reiser med periodekort er egne alternativer.
- Vi kan differensiere kostnaden for bilførere og bilpassasjerer etter hvorvidt disse transportmåter benyttes sporadisk eller ikke. Dette bidrar også til å bryte opp korrelasjoner.
- Vi får automatisk en modell for periodekortinnehav som kan benyttes i forbindelse med øvrige transportmidler dersom arbeidsreisemodellen kjøres først.
- Det blir mulig å analysere effekter av å endre prisdifferansen mellom enkeltbillett/klippekort og periodekort med modellen. Prisforskjellen vil påvirke både kortinnehav og reisemiddelvalg.

Tidsverdier

I alle modellene finner vi at kvinner har høyere tidsverdier enn menn, om enn i varierende grad. Størst forskjell er det i modellene for tjenestereiser, der tidsverdiene for kvinner er nesten dobbelt så høye som for menn. For besøksreiser og handle/servicereiser finner vi forskjell i tidsverdi mellom kvinner og menn kun for bilførere, mens vi i kategorien "andre reiser" også har det for bilpassasjerer. For tjenestereiser og arbeidsreiser finner vi forskjeller mellom kvinner og menn både for bilførere, bilpassasjerer og kollektivreisende. Differensiering av tidsparametrene ble i utgangspunktet forsøkt som en proxy for inntektsforskjeller, men forskjellen ble motsatt av hva man da skulle forvente. Det er flere mulige forklaringer på dette:

- Kvinner har gjennomgående et strammere tidsbudsjett enn menn, noe også tidsverdistudier bekrefter.
- Kvinner oppfatter gjennomgående ulempen ved å kjøre bil som større enn det menn gjør.

- Kvinner kan gjennomgående ha bedre muligheter til å skaffe arbeid nær hjemmet enn menn. I så fall vil forskjellen i tidsparametere reflektere at soners attraktivitet som mål for arbeidsreiser for hhv menn og kvinner ikke er godt nok spesifisert.
- Kvinner og menn har ulike typer tjenestereiser, hvor kvinners reiser generelt er kortere.
- Gjennomsnittsavstanden til valgte reisemål generelt er kortere for kvinner enn menn.

Generelt er det slik at de implisitte tidsverdiene som er beregnet virker noe høye for alle modellene, med unntak av arbeidsreiser. Viktigste grunnen til dette kan være at reisetidene som er brukt ved estimeringen er beregnet i en nettverksmodell hvor det ikke forekommer kapasitetsproblemer. Tidene er også beregnet med utgangspunkt i 85 % av skiltet hastighet for alle vegtyper. Begge forhold vil bidra til en undervurdering av reisetiden, spesielt for veglenker av mindre bra standard når det gjelder kurvatur, stigning og vegbredde og for bygater og veglenker med lyskruss.

Tabell 1. Implisitte tidsverdier i modellene (NOK/t)

	Arbeid	Tjeneste	Besøk	Handle/serv.	Annet
Bilfører (CD):					
Mann		135	63	66	198
Kvinne		242	89	87	253
Tillegg storby		58			
Tillegg helg			-19		-84(m), -77(k)
Mann under 50 år	55				
Mann, 50 år +	73				
Kvinne, under 50 år	84				
Kvinne, 50 år +	106				
Tillegg destinasjon Oslo i rush	32				
Bilpassasjer (CP):					
Bilpassasjer			61	55	
Mann	92	64			198
Kvinne	154	147			253
Tillegg storby		58			
Tillegg helg			-19		-84(m), -77(k)
Kollektiv (PT):					
Ombordtid			33	28	92
Ombordtid, mann	38	56			
Ombordtid, kvinne	48	125			
Tillegg helg					-32
Gangtid	43	168	61	57	133
Ventetid ved 5 minutters ventetid	60	369	70	84	124
Ventetid ved 30 minutters ventetid	24	150	29	34	51
Ventetid ved 60 minutters ventetid	17	106	20	24	36
Overgang (NOK pr overgang)		39		16	

TØI-rapport 766/2005

Hvis vi ved datauttak til estimering systematisk har undervurdert reisetider med bil, vil dette ved modellestimering bli kompensert ved en høyere tallverdi på parametere for reisetid med bil. Tilsvarende kan i noen grad også gjøre seg gjeldende når det gjelder reisekostnader, hvor vi ettertid kan konstatere at data kunne vært bedre når det gjelder ferger og bompenger. I tillegg er det korrelasjon mellom tid og kostnad, som gir en tendens til at en av parametrene fanger opp den samlede effekten av avstand.

Systematiske skjevheter når det gjelder data for reisetider og reisekostnader som er benyttet for estimeringen vil altså også kunne påvirke parameterestimerer og implisitte tidsverdier. Dette kan være særlig alvorlig når modellen senere anvendes med kvalitetssikrede data som innebærer mer eller mindre systematiske endringer i forhold til de data modellene er estimert på.

Tidsverdiene er spesielt høye for kategorien andre private reiser, noe som trolig henger sammen med at reiseformålet er lite homogent og spenner fra lange rekreasjonsreiser til korte hente/bringe reiser. Mange av disse reisene foregår i helgene, og dummyvariable i interaksjon med tidsvariablene for bil reduserer tidsverdiene i helgene betraktelig, noe som kan ha sammenheng med at folk generelt har slakkere tidsbudsjett i helgen.

Avstandsfordeling

Ved estimeringen av modellene har vi hatt visse problemer med å treffe med observert avstandsfordeling. Dette er vanskelig når en modell skal dekke hele avstandsintervallet fra noen meter til 20 mil for en tur/retur reise, samtidig som nyttefunksjonene er lineære i koeffisienter og variable (spesielt når avstandsfordelingen i datamaterialet ikke er tilnærmet lineær). Tendensen er at modellene underpredikerer korte og lange reiser og overpredikerer de mellomlange. Vi har testet ut en del ikke-lineære transformasjoner av tidsvariablene, trinnvis lineære spesifikasjoner, samt ulike interaksjoner mellom variable uten at det gav tilfredsstillende resultater sett i sammenheng med den økning i regnetid som slike formuleringer vil medføre. Vi har derfor lagt inn enkelte avstandsdummys i modellspesifikasjonen, noe som har ført til en markert bedring av modellenes evne til å gjenspeile datamaterialets avstandsfordeling, men dette er variable som eventuelt kan fjernes ved anvendelser. Dummyvariable for avstandsbånd anbefales satt til null i forbindelse med implementeringen. Programmet som kjører modellen har nå visse muligheter for kalibrering av avstandsfordeling.

Andre hovedtrekk

Vi vil ikke gå inn på alle variable som har vist seg signifikant i de ulike modellene, men nevner noen fellestrekk for modellene:

- Ventetid i kollektivtransport er en variabel som var problematisk i forbindelse med estimeringen. Dette skyldes at man i nettverksmodellen, hvor denne variabelen beregnes, får ut halvparten av tiden mellom avgangene, summert over antall påstigninger (ev. en maksimal ventetid pr påstigning) og ikke det som er folks faktiske ventetid. Vi testet ut et utall varianter, som åpen og skjult ventetid, ventetid pr påstigning, ulike lineære transfor-

masjoner, sammenslått gangtid og ventetid osv, for å få ventetiden signifikant. Vi endte opp med en formulering basert på kvadratroten av total ventetid. Ved dette får man redusert effekten av lange ventetider, samtidig får man en ventetidsvekt som varierer med størrelsen på ventetiden.

- En dummy som angir at turen har minst én sekundær destinasjon (flere besøk underveis) øker sannsynligheten for bruk av bil. Denne medfører også at rundturer med mer enn én destinasjon får økt andel bilførerturer slik modellen er implementert.
- De fem ulike kategorier for førerkort/bilhold i husholdningen er viktige forklaringsvariable i alle modellene. Generelt fører god eller full biltilgang til økt sannsynlighet for bruk av bil som fører, samtidig finner vi at det i hushold med færre biler enn førerkort ofte er kvinnene som taper ”kampen om bilen”.
- Det er lagt inn enkelte dummyer for alder og type region (storby osv), men dette er forsøkt begrenset for å unngå altfor mange segmenter i de endelige modellene.
- Vi har begrenset med informasjon om parkeringsforhold knyttet til den enkelte reise. I stedet har vi generert noen indekser som sier noe om arbeidsplass tettheten i destinasjonene, med det for øye at disse skal si noe om hvor vanskelig (og kanskje dyrt) det er å finne parkeringsplass. For arbeidsreiser og tjenestereiser finner vi at de to høyeste arbeidsplass tetthetene reduserer tilbøyeligheten til å kjøre bil, med størst ulempe knyttet til indeksen for høyest arbeidsplass tetthet. Denne kategorien arbeidsplass tetthet virker også negativt inn på bilbruken for handle/servicereisene og andre private reiser, mens vi ikke finner noen slik sammenheng for besøksreisene.
- I modellen for arbeidsreiser er det estimert en ekstra parameter for reisetid med bil når destinasjonen er i Oslo. Denne vil delvis kompensere for det forhold at reisetider med bil er beregnet for ubelastet nett og således vil undervurdere faktisk reisetid.

Modeller for valg av reisefrekvens

Datagrunnlaget for estimering av modeller for reisefrekvens er personfilen fra RVU2001, påkodet informasjon om antall besøk foretatt registreringsdagen. Dette er gjort for de 5 reisehensikter det er estimert transportmiddel- og destinasjonsmodeller (MD-modeller) for, i tillegg til skolereiser. Skolereisene er ellers behandlet relativt skjematisk i modellsystemet, med gravitasjonsmodeller som fordeler barn og ungdom i grunnskolealder til nærmeste barne- eller ungdomsskole. Fordi kollektivtilbudet for skolereisene ikke er kodet i nettverkene er det for disse reisene ikke laget noen modell for valg av transportmiddel. Skolereisene tas likevel med i frekvensmodellene.

Frekvensmodellene gir forventet *antall besøk* for hver reisehensikt. Konseptet går i korthet ut på å estimere en Hurdle-Poisson-modell for totalt antall besøk i kombinasjon med en logit-modell som splitter totalt antall besøk på ulike formål (6 i alt). Poisson er en fordeling for ikke-negative heltall, som egner seg godt når ut-

fallsvariabelen er av nettopp denne typen. Hurdle-Poisson kan benyttes når f eks 0 har en avvikende sannsynlighet fra en standard Poisson-fordeling, noe som tydeligvis er tilfelle for antall besøk. Med dette konseptet spesifiseres én nyttefunksjon for hver reisehensikt. Denne formuleres med alternativspesifikke konstanter og variable som beskriver kjønn, alder, familietype, bostedstype, samt en logsum fra korresponderende MD-modell. I estimeringen vektet nyttefunksjonene med antall besøk som er gjennomført for hver reisehensikt. Inntekt inngår ikke direkte i disse nyttefunksjonene, men kommer inn fra bilholdsmodellene via logsummene fra MD-modellene. Koblingen mellom den vektete logitmodellen og Hurdle-Poisson skjer gjennom formulering av en samlet logsum fra logitmodellen for fordeling på besøk med ulike reisehensikter. Denne samlede logsum inngår i fordelingsfunksjonen i Hurdle-Poisson modellen. Med utgangspunkt i denne kombinerte modellen kan vi beregne forventet antall besøk for de seks reisehensiktene.

Estimeringsarbeidet startet med forsøk på å formulere én samlet modell for alle befolkningssegmenter. Dette krevde imidlertid en dyptgående segmentering med dummyvariable for ulike aldersgrupper. Det ble derfor estimert uavhengige modeller av samme type for 5 ulike aldersgrupper (13-24 år, 25-34 år, 35-54 år, 55-66 år og 67 år og mer). Parameteren knyttet til logsummene fra MD-modellene har størst tallverdi i modellene for de yngste og spesielt de eldste aldersgruppene. Siden logsummene i stor grad reflekterer transportressursene til segmentene (egne transportressurser så vel som generell tilgjengelighet til attraktive destinasjoner med ulike transportmåter), reflekterer dette at de midlere aldersgrupper har et mindre elastisk transportbehov enn de yngste og eldste. Situasjonen når det gjelder tilgjengelighet er altså mer avgjørende for reisefrekvensene for de yngste og eldste. Tabell 2 viser modellenes fordeling på besøk for de 6 typer av reisehensikter som er definert. På nasjonalt nivå ser vi at situasjonen er svært ulik mellom aldersgruppene, og dette er noe av bakgrunnen for at inndelingen av materialet i aldersgrupper viste seg nødvendig.

Tabell 2. Fordeling på besøk med ulik reisehensikt etter modell/aldersgruppe. Virkedøgn, hele landet. Prosent av alle reisene i aldersgruppen.

Formål/alders	13-24	25-34	35-54	55-66	67+	Totalt
Arbeid	12	26	31	28	3	24
Tjeneste	3	9	11	9	1	8
Handle/service	19	24	24	29	53	26
Besøk	15	10	7	11	14	10
Andre private	26	29	27	23	30	27
Skole	24	3	1	0	0	6

TØI-rapport 766/2005

Totalt for hele landet treffer modellene mot datamaterialet med under 1 % avvik, mens det er noe større avvik når man går inn i de 5 regionene. Dette har gjort det nødvendig å introdusere et mindre antall regionale dummyvariable.

Prosedyre for beregning av "mellomliggende" turer

Modellene for valg av transportmiddel og destinasjon er estimert på data som reflekterer rene tur/retur-reiser til én hoveddestinasjon. Mer komplekse rundturer

med flere destinasjoner er enten forenklet (hvis turen likner på en ren tur/retur-reise) eller forkastet fra datamaterialet for estimeringen av disse modellene. I materialet for estimeringen av frekvensmodellene er imidlertid alle ærend tatt med, også ærend som er gjennomført gjennom komplekse rundturer med flere destinasjoner.

Hvis resultatene fra transportmiddel- og destinasjonsmodellene og frekvensmodellene ble benyttet direkte ville modellsystemet produsert for mange delreiser, da noen av besøkene i virkeligheten foretas i forbindelse med ”mellomliggende” turer og ikke rundturer. For å korrigere for dette er det utarbeidet en metode som i prinsippet skal gi et tilnærmet korrekt antall delreiser, dvs en prosedyre som også tar hensyn til rundturer med mellomliggende destinasjoner.

Prosedyren benytter informasjon fra transportmiddel- og destinasjonsmodellene og frekvensmodellene på en slik måte at systemet produserer det riktige antall utgående reiser, mellomliggende reiser og hjemreiser, basert på matriser med ”overgangssannsynligheter”. Dette er sannsynligheten for at en reise med hensikt ”i” etterfølges av en hjemreise eller fortsetter til en annen destinasjon med formål ”j” og deretter hjemreise.

Matrisene med overgangssannsynligheter kan beregnes med utgangspunkt i RVU-data. For alle delreiser som ikke er hjemreiser registreres reisehensikten og hensikten for neste reise. Alle slike par telles opp og legges i en tabell, slik at sannsynlighetene kan beregnes.

Dette opplegget må baseres på visse forenklinger for å være beregningsmessig håndterbart. Ser vi på RVU-data for rundturer som starter og ender i eget hjem, vil det være et varierende antall besøkte steder i slike rundturer. Den første forenkling innebærer at alle slike rundturer forutsettes å skje med enten ett eller to besøkte steder. Den andre viktige forutsetning er at sannsynligheten for valg av destinasjonen for 2. besøk i en rundtur med to destinasjoner ikke avhenger av tid og kostnad ved reise fra destinasjon 1 og destinasjon 2, men av de respektive destinasjoners attraktivitet i forhold til reiser til/fra eget hjem.

I implementeringen beregnes matriser for mellomliggende turer bare for bilfører og kollektivtrafikk, dette for å spare regnetid og lagringsplass.

Programmering/implementering

De ulike delmodeller er programmert i C++. Siden programmet vil benyttes for modeller som kan ha mer enn 6000 soner, er det lagt spesiell vekt på at det skal gå raskt. I tillegg er det lagt vekt på at koden skal være enkel å vedlikeholde. Programmet er plattformuavhengig, dvs det kan kjøres i kombinasjon med TRIPS/-CUBE eller EMMA. Resultatfiler (matriser) skrives ut på TRIPS-format og det vil senere legges inn en opsjon som gir EMMA-format.

Alle parametre og konstanter som inngår i modellen leses fra filer, og det er således mulig å endre på disse.

Det er lagt opp til håndtering av relativt store datamengder i internminnet, og for store regioner anbefales minimum 2 GB internminne for de maskiner som skal

kjøre modellen. I tillegg er det selvsagt en fordel at klokkefrekvens på prosessor og kapasitet/hastighet på harddisk er så kraftig som mulig.

Programmets regnetid bestemmes nå primært av antall soner og, for den enkelte sone, av antall naboer (dvs antall soner innenfor en omkrets på 10 mil). Beregningstiden for to modellområder med like mange soner kan derfor variere forholdsvis mye avhengig av gjennomsnittsstørrelsen på sonene.

Det er i løpet av vinteren 2005 og våren 2006 gjort en del endringer i programmet som kjører etterspørselsmodellen. Man har nå visse muligheter til å kalibrere på turlengdefordeling og det er også gjort visse endringer når det gjelder behandling av ventetiden på ferger. Programmet skriver nå også ut en fil med aggregerte rammetall fra beregningen. Denne er benyttet for å kalibrere modellene for de enkelte regioner mot tilsvarende rammetall beregnet ved oppblåsing av RVU 2001 til totalpopulasjon. Det er også rettet noen "bugs" som ble oppdaget i løpet av denne perioden.

Konklusjoner fra foreløpig testing

Modellen gir virkedøgntrafikk for personreiser en "normal" virkedag, dvs virkedager utenom ferietider (sommer, jul og påske) og for reiser kortere enn 10 mil én vei. En kontroll mot vegtrafikktegninger bør fortrinnsvis gjøres mot tilsvarende data. Siden tellinger dekker veger med svært ulike karakteristika, kan enkle omregninger av modelltall til ÅDT lett bli misvisende. Det beste sammenligningsgrunnlag er direkte tellinger for lette biler på virkedager, f.eks et gjennomsnitt for månedene september til november. Disse tellinger bør imidlertid korrigeres for at en andel av de lette bilene går i varetransport, som ikke dekkes av modellen, samt at en andel av trafikken vil være lange reiser som skal dekkes av modellen for lange reiser. Denne andelen vil kunne variere mye fra tellepunkt til tellepunkt. Man skal også være oppmerksom på at "feil" når det gjelder modellberegninger av vegvalg med TRIPS eller EMMA, kan gi avvik i forhold til tellinger. Dette er spesielt viktig i byområder, hvor det tidvis er køer som påvirker vegvalget.

Summary:

Regional travel demand models for Norway

Introduction

Molde Research Institute and the Institute of Transport Economics (TØI) have developed a model system for regional travel demand in Norway, commissioned by the Norwegian National Public Roads Administration, the Norwegian National Rail Administration, AVINOR (AVIation NORway), and the Norwegian Coastal Administration. The Ministry of Transport and Communications has provided supplementary funding. A national long distance model (for trips longer than 100 km one way) has earlier been developed in Norway, and the last version, exhibiting 1400 zones nationwide, was completed and implemented in 2002. The newly developed regional model system covers trips shorter than 100 km one way.

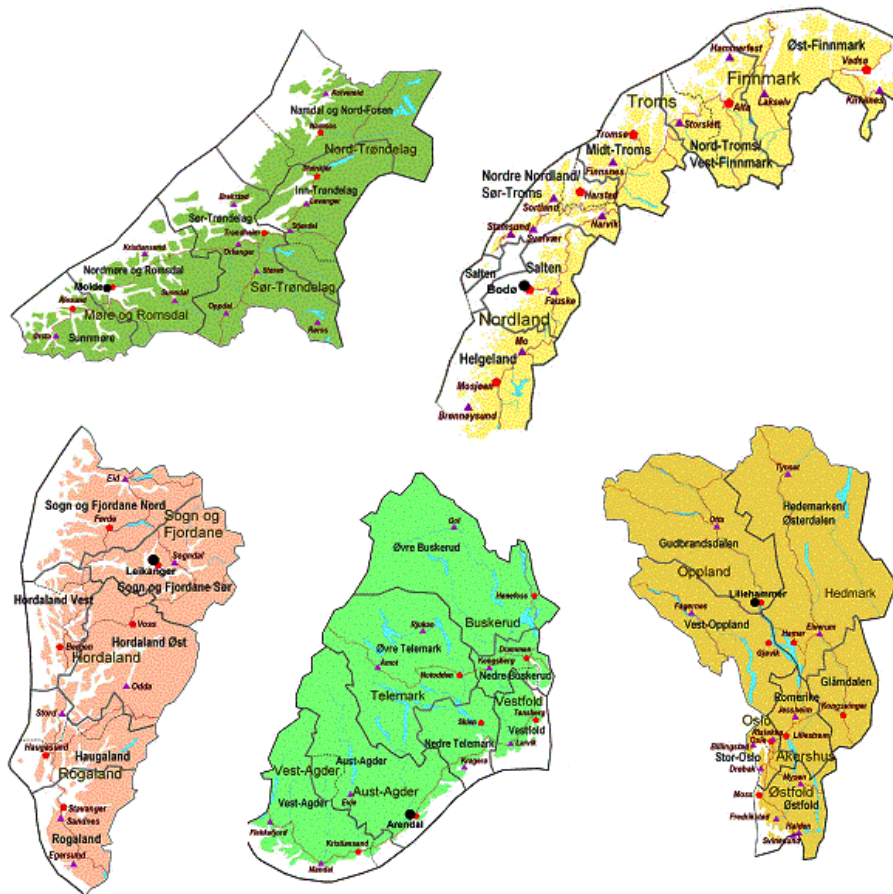
Molde Research Institute and TØI have been responsible for determining the overall model structure, processing the data, and estimating and implementing all of the different submodels. The clients were responsible for providing the data input to the estimation process. The main tasks of the data collection were to conduct a comprehensive travel survey in Norway (NTS2001), to establish the network models (which includes coded road network and public transport routes for the whole country) and to produce data reflecting level of service of the networks. Some of this work was contracted out to consultants.

The Model System

The model system consists of five regional transport models, together covering all of Norway (figure 1). The models basically have the same structure, but they use different data sets and include a limited set of model specific geographic dummy variables.

A model run normally starts by producing *Level of Service (LoS) matrices* from the network models. These are matrices containing information about travel times, distances and costs between all zones in the region and for all modes of transport.

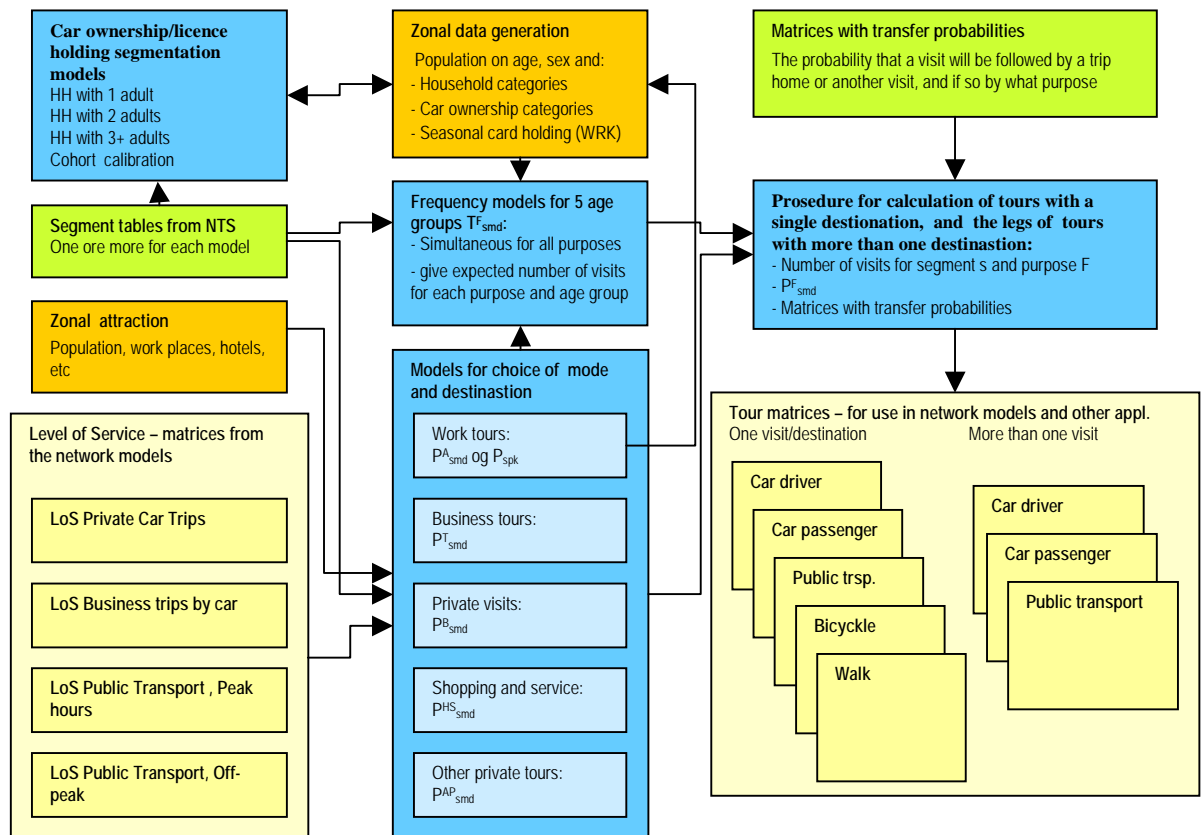
Figure 1. The five regions in Norway



TØI-report 766/2005

The general structure of the system of models is shown in figure 2. The LoS-matrices are input to a run of the transport demand model. Other inputs are *demographic zonal data* for generation of trips, zonal data for attraction of trips and different *segment tables* from the National Travel Survey (NTS2001). These tables give average values for segments of the population for variables where zonal data do not exist in any public register. Data describing the *almost 14 000 zones nationwide* were mainly supplied by Statistics Norway.

Figure 2. Structure of the model system



TØI-report 766/2005

Each of the models will be described in short in the following sections.

Car ownership and driver license holding segmentation models

The demographic data available for the model system partitions the population in the zones by age (5-year intervals), gender and (three) household categories:

- households with one adult (age 18 +)
- households with two adults
- households with three or more adults

The *car ownership and license holding situation* (together forming the *car availability* information used by other submodels) in the household are important aspects of an individual's possibility to make certain trips. Changes in car availability over time are probably also quite important for the overall increase in car traffic. Therefore, we wanted our models to capture the effects of changes in car ownership and license holding. The purpose of these models is to segment the population further than age, sex, and household types, so that information about the car availability for different population groups can be used in all parts of the model system. Every segment, as defined by gender, age group and household

type in a zone, is subdivided into five car availability segments:

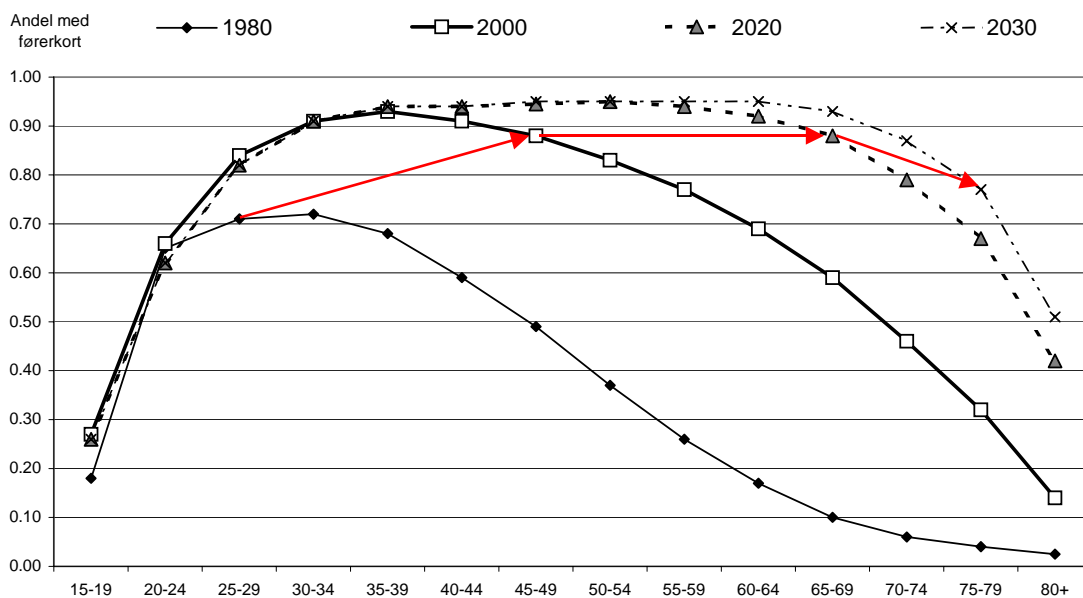
- S1: Individuals without driver's license and with no car in the household.
- S2: Individuals without driver's license, but with one or more cars in the household.
- S3: Individuals with driver's license, but with no car in the household.
- S4: Individuals with driver's license and at least as many cars as licenses in the household.
- S5: Individuals with driver's license but with less cars than licenses in the household.

People in the various segments will have unequal possibilities of making a trip by car, e.g. individuals in segment S4 have full car availability while those in segment S1 will have no access to cars as driver and low access to cars as passenger.

For each of the three household categories, models splitting the population between the five car availability segments were estimated and implemented. The estimation was done by means of a maximum likelihood procedure coded in GAUSS. "Utility functions" were specified consisting of alternative specific constants and variables describing the zone of living and characteristics of the individual and the household (data from the National Travel Survey 2001). Important variables are age, sex, family type, population density and household income.

When implemented the models were calibrated to base forecasts (calculated by use of cohort effects) for license holding in the years 2010, 2015, 2020, 2025, 2030 and 2040. For women these temporal effects are illustrated in figure 3.

Figure 3. Cohort effects in driver license holding. License holding rate for women.



TØI-report 766/2005

The red arrows between the curves indicate how the rate of license holding for

women who were in the age group 25 to 29 in 1980, will change over time. In 2000 these same women were between 45 and 49 years old, exhibiting a significant increase in license holding rate from 1980. From then on these women's driver's licence penetration rate does not change much until 2020. Then it decreases, but the rate is still higher in 2030 than in 1980. When the models are used for long-term traffic forecasts the calibration will take care of these cohort effects.

Models for choice of destination and mode

Five models have been estimated to simulate the simultaneous *choice of mode and destination*, one model for each of the travel purposes:

- work trips
- business trips
- private visits
- shopping and service trips
- other private purposes

The main data source for estimation of the models has been the National Travel Survey 2001, where some 20 000 respondents were interviewed. This data source was supplemented with data from a travel survey in the Oslo region that was carried out in the same period and with a very similar questionnaire (8000 respondents). The major advantage of pooling the two surveys was a much better coverage of public transport trips. Both surveys include trip diaries for one day, together with information on background variables for the respondents. For both surveys a considerable effort was spent on accurate coding of the geographical origin and destination of trips. Some of the data were also recoded for use in the estimation of mode/destination models. A set of rules was designed and used to recode tour chains with more than one destination into tour/return trips from home to a single main destination and back. The rules were based on time spent on each destination, distance from home to each visited destination, total distance for the trip chain and total distance for any possible simplification of the trip chain. Complex chains with no distinct main destination/purpose and/or many destinations were excluded from the data set used for estimation. This left us with about 23 000 tours in the data set for estimation.

For each observation (round trip) a random sample of 249 alternative destinations (within 100 km from the residential zone) was drawn to allow for simultaneous estimation of mode and destination choice on a subset of alternatives. Zonal data for attraction and LoS-data were connected to both the chosen destination and each of the randomly drawn, alternative destinations.

The five mode/destination models are home and tour based, and they use segmentation from the car availability and license holding models as direct input. The models are estimated for the following five possible travel modes:

- Car driver
- Car passenger

- Public transport (rail, subway, tram, boat, or bus)
- Bicycle
- Walk

The bicycle mode has only a small market share nationwide in Norway, varying from 3 per cent for shopping and service trips to 8 per cent for the private visits. Information from the coded network for public transport indicates that a significant amount of the observations did not have public transport as an available mode for the actual trip (as much as 60 per cent for some of the purposes). We believe that this percentage is higher than revealed by LoS-data, indicating that the network for public transport may have been coded with somewhat insufficient accuracy.

The data show significant differences between men and women with respect to mode choice as well as trip length distribution. Women are more often car passengers than men, and they use public transport more frequently. They also seem to walk more than men do. On average, women travel shorter distances than men, especially for work trips and business trips.

The models for mode and destination are logit models, describing how individuals choose between different alternatives (combinations of mode and destination) under the utility maximization assumption. In a multinomial logit model the utility of each alternative is composed of a deterministic and a random component, and the random components of all alternatives are assumed independent and Gumbel distributed. We want to study the choice of mode and destination simultaneously, and in this case the assumption of independent random components may be unrealistic. We can then introduce structured (or nested) logit models, allowing for different random terms at different levels in the three structure. In our work we have tested alternative tree structures for all travel purposes. For most purposes the variant with mode choice on the upper level had a somewhat better log-likelihood-value than the simultaneous multinomial model, but the value of the cost coefficient was significantly smaller and it had lower significance, which led to higher implicit values of travel time. Based on the fact that the values of time were already higher than expected, we chose to use the simultaneous multinomial model for three of the purposes (business, private visits, shopping/service). The model for “other private trips” is structured with destination above mode, while the model for work trips has a special structure, the acquisition of seasonal cards for public transport being estimated simultaneously with the mode and destination choice.

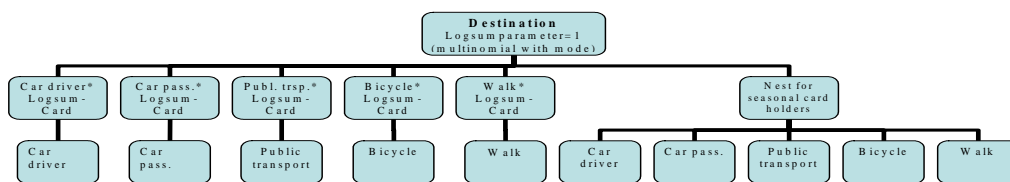
The model for “other private trips” was the most difficult to estimate with satisfactory results, probably because the travel purpose is a quite heterogeneous one, including leisure and recreational travel (often quite long trips), giving someone a ride (often very short trips, e.g. kids to and from the kindergarten), and several other minor travel purposes.

The model for work trips has a somewhat more complicated structure than the other models, involving simultaneous estimation of mode choice, destination choice, and seasonal card possession (zero cost for marginal trips) for public transport. The simple (and usual) way to handle seasonal cards in modelling is to use the price of the card divided by the number of days travelled as the public

transport fare applicable to seasonal card holders (same fare assumed for all possible destinations). This has several disadvantages, since for seasonal card holders the cost of public transport use is perceived as zero on any given day. According to the travel survey, a small portion of the seasonal card holders use their car to go to work on the day of registration. These travellers, who normally would go by public transport, rarely own discount cards for road tolls or ferries, making the perceived cost of choosing the car even higher. In our work trip model these aspects are captured, in a far more correct way than in traditional mode/destination models.

In the model for work trips seasonal card holding is placed in a separate nest with its own logsum parameter (figure 4). This implies that we get five additional utility functions, one for each mode. The other utility functions are multiplied by this same logsum parameter to bring them to the same level (a “dummy-nest” for each mode). This is necessary to get the correct generic parameters. The model is simultaneous multinomial except for the nest for seasonal cards, implying a logsum parameter equal to one, as stated in the figure.

Figure 4. The model structure for work trips.



TØI-report 766/2005

In the nest reflecting alternatives having a seasonal card, the cost of using car as driver or passenger is defined as the sum of the ordinary cost of using the mode, and the per day cost of the season card. The cost of using public transport is the per day cost of the season card only. *Inside* the nest for seasonal card holders, public transport will be perceived as free, thus having a high probability of being chosen. *Between* the nests, public transport will be less expensive with a seasonal card than without. At the same time other modes will be more expensive for those having a seasonal card. The cost of a seasonal card varies by origin and destination, and is most often dependent on the distance, but there are also unit fares for certain regions (inside some of the cities) and zonally differentiated fares (in the larger Oslo area).

This approach to modelling the choice of mode, destination and seasonal card acquisition has several advantages, such as:

- More correct specification of the choices, in a way that reduces the correlation between travel time and travel cost.
- The model for seasonal card holding can be used for the four other travel

purposes as long as the model for work trips is run first.

- It becomes possible to analyse effects of different pricing schemes of single tickets and seasonal cards. Changes in prices will have an impact on both seasonal card holding and mode choice.
- It becomes possible to differentiate the costs for car drivers and car passengers depending on whether they use these modes sporadically or regularly (through discounts for toll costs and ferries). This will also serve to reduce certain cumbersome correlations.

While space does not allow a complete description of mode/destination choice models estimated for each of the five travel purposes, but some “highlights” which are common to all the models are worth mentioning:

- The coefficients associated with the waiting time variable for public transport were hard to estimate, due, probably, to problems and inaccuracies in the network coding. Lots of different variants of the variable were tested, as “open” and “hidden” waiting time, waiting time per boarding, various non-linear transformations, the sum of waiting time and access time, etc. In the final models waiting time is entered as a square root function. The coefficients have the right sign and size, and are significantly different from zero. Compared to a linear specification, the square root formulation implies that the per unit waiting time effect will vary with the time spent waiting, and that the impact of very short or very long waiting times is reduced.
- A dummy introduced for observations with at least two destinations on the tour reveals an increased probability of car use on such trips.
- The five different categories of car availability are important variables in all five models. In general, full car availability implies increased probability of being a car driver. In households with more license holders than cars, women seem to lose the “battle to use the car”.
- Several dummies for age and type of region (large city etc) have been tested and to some extent included in the models. We have, however, tried to avoid having too many segments in the final models (a high number of segments increases the computer time dramatically), and kept only the most significant ones.
- In Norway, the available information about parking opportunities (accessibility and costs) at a zonal level is very limited. We have therefore calculated indices based on the density of jobs at the respective destinations. The indices enter the models as dummy variables. For most purposes (all except private visits) a high job density reduces the probability of car use. The size and sign of the coefficients of these dummy variables reveal, as seen in comparison with the cost coefficients, a reasonably sized costs of parking when the duration of the visits (parking time) for the respective travel purposes is taken into account.
- Model calibration revealed certain problems in reproducing the observed trip length distribution. At first, the models appeared to underestimate the frequency of short and long trips, while overestimating the frequency of medium length trips. Distance dummies had to be introduced to overcome this problem.

One interesting application of this type of model is the revealed value of travel time savings, as represented by the ratio between the time coefficients and the cost coefficient. In our model, the implicit values of travel time savings appears to be on the high side in all models, except for work trips. One reason may be that the travel times used in estimation are calculated in a network model without capacity problems (giving too short travel times). There is also correlation between time and cost, which might give a tendency for one of the coefficients to reflect the total effect of distance. The time values are particularly high for the category “other private trips”, probably because this travel purpose is very heterogeneous, ranging from long recreation trips to short private errands, such as picking up the children in the nearby kindergarten. However, the majority of these trips take place in weekends, when the value of time is considerable lower than for the rest of the week (see “in addition, weekend” in table 1). This may reflect a “looser time budget” in the weekends. This tendency is also found for private visits. The implicit values of travel time from the models are shown in table 1.

In all five models some of the values of time are higher for women than for men. It is not obvious how this should be interpreted. It might reflect the fact, confirmed by time use surveys, that women are generally busier than men, enjoying less “pure” leisure time or that they have a stronger perception of travel time discomfort.. Alternatively, it may have to do with the fact that women generally spend less time doing work for pay or for profit, have lower wages, and generally enjoy a larger, job independent household income. They may thus have a lower marginal utility of money, resulting in a smaller cost coefficient.

Table 1. Implicit values of travel time from the mode/destination models. NOK/hour (1 Euro = appr. 8 NOK)

	Work	Business	Private visits	Shopping/serv	Other
Car driver (CD):					
Men		135	63	66	198
Women		242	89	87	253
In addition, large city		58			
In addition, weekend			-19		-84(m), -77(f)
Men, less than 50 year	55				
Men, 50 year +	73				
Women, less than 50 year	84				
Women, 50 year +	106				
In addition, destination Oslo rush	32				
Car passenger (CP):					
All car passengers			61	55	
Men	92	64			198
Women	154	147			253
In addition, large city		58			
In addition, weekend			-19		-84(m), -77(f)
Public transport (PT):					
Invehicle time			33	28	92
Invehicle time, men	38	56			
Invehicle time, women	48	125			
In addition, weekend					-32
Access/egress time	43	168	61	57	133
Waiting time, when waiting 5 minutes	60	369	70	84	124
Waiting time, when waiting 30 minutes	24	150	29	34	51
Waiting time, when waiting 60 minutes	17	106	20	24	36
Transfer (NOK per transfer)		39		16	

TØI-report 766/2005

School trips (trips to and from school) are not covered by the mode/destination choice models, since the school bus routes have been not coded in the network model. These trips are dealt with through simple gravity models distributing children and adolescents to schools and universities. No mode choice model has been estimated for these trips.

Trip frequency models

For each travel purpose (including school trips), the *frequency models* produce the expected total number of sojourns (not trips or tours) as a function of age, gender and other background variables, together with logsums taken from the mode/-destination choice models. The data input comes from the National Travel Survey

2001, with supplementary information on the number of visits made during the registration day for each of the travel purposes.

The concept is based on a multinomial logit models that take care of the distribution of sojourns between *different travel purposes*, combined with Hurdle-Poisson models simultaneously predicting the *total number of visits*. Poisson models are a natural choice when the dependent variable is a non-negative integer (0,1,2,3,4,5,...), while the Hurdle-Poisson formulation is a convenient choice when the zero mass point has a probability which deviates from the standard Poisson distribution. The Hurdle-Poisson model provides the expected total number of visits for the six travel purposes, while the distribution between purposes is given by the logit model.

We first tried to estimate a joint model for the entire population, but this resulted in a huge amount of segments with dummy variables for different age groups. Instead we estimated independent models for five different age groups (13-24, 25-34, 35-54, 55-66 and 67+). The share of each travel purpose differs significantly between the age groups (table 2), which is why different models were needed.

Table 2. Distribution of visits between travel purposes for each age group/model. Week day, all of Norway.

Purpose/age	13-24	25-34	35-54	55-66	67+	Total
Work	12 %	26 %	31 %	28 %	3 %	24 %
Business	3 %	9 %	11 %	9 %	1 %	8 %
Shopping/service	19 %	24 %	24 %	29 %	53 %	26 %
Private visits	15 %	10 %	7 %	11 %	14 %	10 %
Other private trips	26 %	29 %	27 %	23 %	30 %	27 %
School	24 %	3 %	1 %	0 %	0 %	6 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

TØI-report 766/2005

The model for each age group is specified by one utility function for each travel purpose, formulated with alternative specific constants and variables describing sex, age, family type, type of residence, and a logsum from the corresponding mode/destination model (which implies that the travel frequency is influenced by the accessibility described by the mode/destination models, i.e. level of service, attractiveness of destinations, and car availability). In addition we had to introduce some regional dummy variables.

Procedure for calculation of “intermediate” trips

The estimated models for mode/destination are based on tours starting and ending in the respondent’s own home with only one main destination, while the models for travel frequency gives the total number of sojourns made. If the results from these models were used directly, the model system will produce too many trips (because in practice some of the visits are “intermediate” trips, and not a round trip). To correct for this we have used a *procedure that takes care of round trips with intermediate destinations*. The procedure uses the information from the mode/destination models and the frequency models in such a way that the system produces the correct number of outbound trips, intermediate trips and return trips,

based on matrices of “transfer probabilities”. These express the probability that a visit of a certain purpose is followed by either a return trip or a new visit, and, in the latter case, for a specified purpose.

The matrices of “transfer probabilities” are calculated based on data from the National Travel Survey 2001. For all trips that are not return trips, the purpose of the given trip and the next trip is registered. All such trip pairs are counted and put into a table, and the probabilities are calculated based on this.

Some simplifying assumptions are used:

- All tours have one or two destinations.
- All legs in a trip are by the same mode.
- Only the attractiveness relative to the home zone matters for the choice of destinations 1 and 2.

The procedure used maintain full consistency in the sense that the calculated expected number of visits for each purpose is included in the OD-matrices produced by the model, and for each zone the numbers of starting and terminating trips are the same.

Preliminary results also indicate that the procedure will reproduce the total number of trips in the travel survey quite accurately.

Implementation

A run of the model results in tour matrices for simple tour/return trips, together with matrices for outbound trips, intermediate trips and return trips for tours with more than one destination. For each travel purpose there are separate matrices for each of the modes. The matrices can then be used to compare the transport situation in different scenarios for a given year, to forecast traffic growth for different modes in a future year etc. If we want to know the composition of the traffic on road links and on different public modes (the demand model calculates public transport as only *one* mode), the matrices have to be read into a network model. The trips will then be assigned on links and routes based on the algorithms of the network model.

The model system is programmed in C++ and implemented as a stand-alone program that can use different network models as platform as long as they can produce the same type of LoS-data. The model system has been implemented for five non-overlapping regions. Users can also define smaller regions that may be more suitable for their purpose and thus save on execution time and on the amount of input and output.

1 Innledning

I arbeidet med nasjonal transportplan (NTP) og i mer løpende planlegging og utredning er det behov for en rekke verktøy som kan benyttes til å studere effektene av de tiltak som man vurderer å gjennomføre. Ulike planleggingsverktøy kan være aktuelle avhengig av type tiltak og hva slags effekter tiltakene har.

I denne rapporten beskrives arbeidet med å etablere et sett med landsdekkende etterspørselsmodeller for regionale eller korte reiser, definert som reiser inntil 10 mil én vei. Fra før har en modellsystemet NTM5 for nasjonale reiser over 10 mil. Man kan studere effektene på etterspørselen av tiltak som gir endringer i viktige faktorer som folk vektlegger når de skal reise, som reisetid og reisekostnader, og man kan se på de mer langsiktige effekter som følge av endret samfunnsutvikling, f.eks. inntektsvekst, befolknings sammensetning, bosettingsmønster, sysselsetting og næringslokalisering.

Oppdragsgiver for modellutviklingen har vært NTPs Arbeidsgruppe for Transportanalyser, og arbeidet med utvikling av etterspørselsmodellene har vært et samarbeid mellom Møreforskning Molde AS (MFM) og Transportøkonomisk institutt (TØI). Grunnlaget for arbeidet er blant annet en nasjonal reisevaneundersøkelse gjennomført i Norge i 2001, RVU2001 (Hjorthol og Denstali, 2002), en tilsvarende undersøkelse fra Osloregionen for samme periode, PRVU01/02 (PROSAM, 2003), samt en rekke andre geografisk fordelte data fra samme tidsrom. Alle data er stedfestet til grunnkretser som geografisk enhet. Det er vel 13500 slike grunnkretser i Norge. RVU2001 omfatter intervjuer med ca 21000 personer fordelt over hele Norge, mens PROSAMs undersøkelse omfatter 8800 personer bosatt i Oslo og Akershus.

Oppdragsgiver har vært ansvarlig for transportnettverkene og kollektivrutebeskrivelsene. SINTEF har med basis i transportnettverkene og kollektivrutebeskrivelsen produsert "level of service"(LOS)-matriser til TØI/MFM. Oppdragsgiver har, i samarbeid med SINTEF, også etablert et sett regionale nettverksmodeller som skal levere data til og motta data fra etterspørselsmodellene.

Det er estimert felles modeller for hele landet, som er implementert og tilpasset spesifikt fem landsdeler tilsvarende Vegvesenets regioninndeling (Region Øst, Sør, Vest, Midt og Nord). Dette ble gjort ut fra et forvaltningsmessig synspunkt.

Årsaken til at en estimerer en felles modell, er at dette utnytter datagrunnlaget i de to RVUer på en mer effektiv måte, samtidig som det er vesentlig mindre ressurskrevende å estimere et felles sett modeller. Det heller ingen grunn til å tro at reiseadferd er grunnleggende forskjellig mellom regioner. Observerte forskjeller bør kunne fanges opp av modellen hvis denne har tilstrekkelig mange og gode forklaringsvariable. En ulempe er imidlertid at man må gi avkall på å håndtere forhold som er spesifikke for hver landsdel og som dessuten kan variere betydelig internt i hver landsdel (kø/reisetidspunkt, med mer).

For å bedre ivareta behovet for samferdselsmyndighetenes daglige planlegging er programmeringen av modellene uavhengig av soneinndelingen. Dette gjør at en planlegger relativt lett kan definere og spesifisere mindre modellområder enn en region, for eksempel fylker eller grupper av kommuner, og kjøre modellene på disse. Dermed kan man unngå å kjøre modellen på en hel region med 5000-6000 soner hvis man skal studere et prosjekt eller en prosjektpakke med et klart avgrenset og mindre geografisk influensområde.

I modellestimeringen er det i flere delmodeller skilt mellom virkedager og lørdager/søndager. Det er i enkelte tilfeller også skilt mellom sommer og vinter (f eks når det gjelder sykkel som reise måte) og mellom ferietider (sommer, jul og påske). Ved implementeringen er modellen lagt opp for å gi trafikken en "normal" virkedag.

Det er grunn til å presisere at det som nå foreligger er "1. generasjonsmodeller" som er utviklet. Det har vært mange ønsker fra oppdragsgiver og andre potensielle brukere i løpet av prosjektets gang, dessverre har det ikke vært mulig å ivareta alle disse. Det vil senere være ulike muligheter for forbedringer og utvidelser av modellen, bl a ved å utnytte lokale RVUer i modellestimeringen. Det viktigste i første omgang er imidlertid å gripe fatt i de problemer en har sett i tilknytning til datagrunnlaget for transporttilbudet og vurdere i hvilken grad usikkerhet/feil her har forplantet seg til de estimerte modellene.

2 Modellstruktur

Den generelle strukturen i systemet av modeller som er estimert er vist i figur 2.1.

En modellkjøring vil vanligvis starte med at man tar ut såkalte ”*Level of Service*” (LoS) -matriser fra nettverksmodellene. Dette er matriser med informasjon om reisetider og kostnader mellom alle soner i modellområdet for hver enkelt transportmåte. Disse matrisene danner input til etterspørselsmodellene sammen med de øvrige data som inngår i en modellkjøring, dvs demografiske *sonedata til generering og attrahering av turer* og ulike *segmenttabeller* fra RVU2001 som gir gjennomsnittsverdier for befolkningssegmenter når det gjelder variable det ikke finnes sonedata for.

Selve etterspørselsmodellen starter med kjøring av *bilholds- og førerkort-modellene* (BHFk-modellene), som segmenterer de demografiske data (befolkning i grunnkretser fordelt etter alder, kjønn og husholdstype) etter bilhold og førerkortinnehav. I alt blir befolkningen i hver grunnkrets fordelt på 600 segmenter. Det er estimert separate BHFk-modeller for tre ulike husholdstyper, og befolkningen fordeles på fem segmenter etter biltilgang, avhengig av om personen selv har førerkort og av hvor mange biler det er i husholdet i forhold til antall førerkort. Modellene er kalibrert slik at generasjonseffekten i førerkortinnehavet ivaretas, med andre ord at ingen generasjon oppviser synkende førerkortinnehav før i forholdsvis høy alder. BHFk-modellene er først og fremst viktige i langsiktige trafikkprognoser.

Det er estimert fem *modeller for valg av transportmiddel og destinasjon* (MD-modeller), én for hver av reisehensiktene:

- tjenestereiser
- arbeidsreiser
- besøksreiser
- handle- og servicereiser
- andre reiser

Den siste gruppen, andre reiser, er en ”sekkepost” med svært ulike reiser, fra korte hente/bringe turer til lengre ferie- og fritidsreiser (innen grensen på 10 mil).

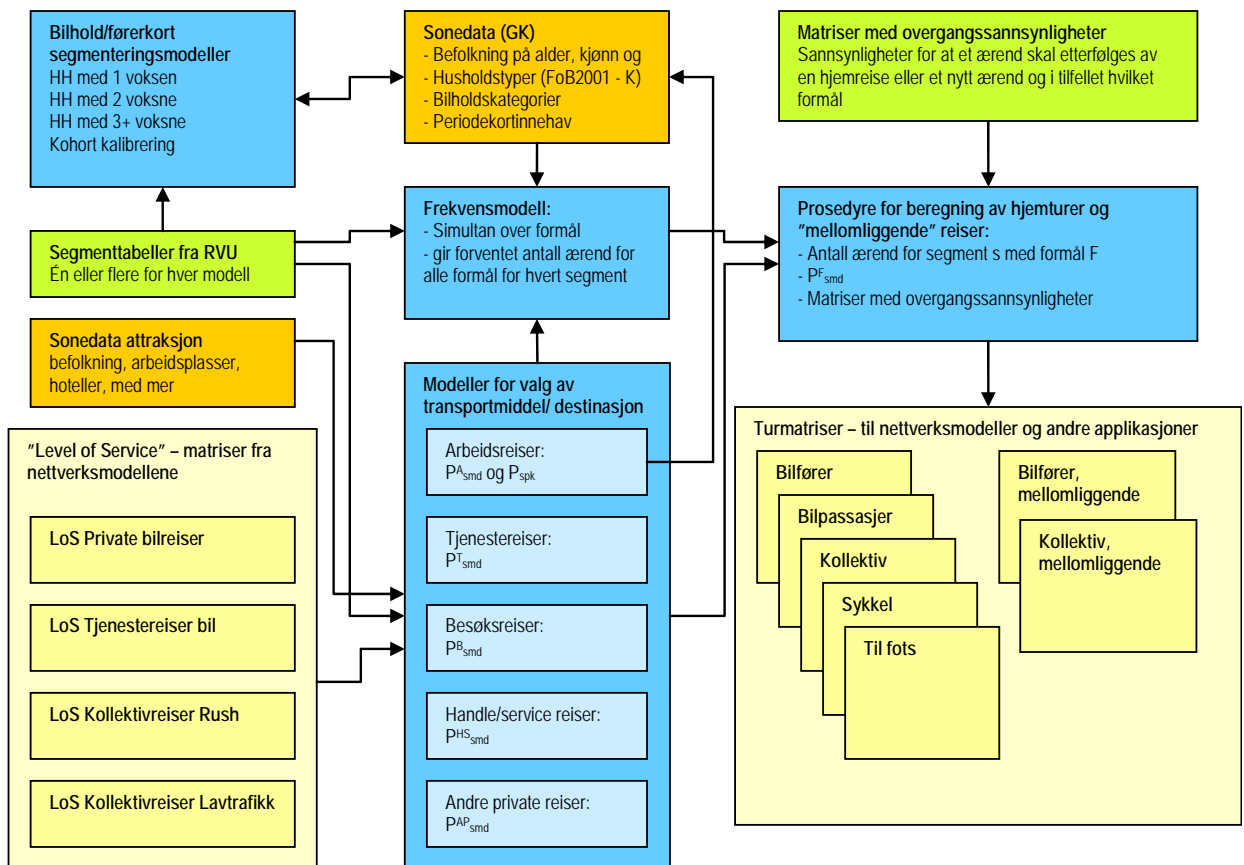
Modellene er bosteds- og rundturbaserte og benytter bl a segmenteringen fra bilholds- og førerkortmodellene direkte. MD-modellene er simultant estimert på valg av transportmiddel og destinasjon, og de fleste er multinomiske logit-modeller. I modellen for *arbeidsreiser* ivaretas også valg mellom periodekort og enkeltbillett for kollektivtransport, og dette er formulert slik at informasjonen om periodekortinnehav kan benyttes direkte av de fire øvrige reisehensiktene. Det skiller mellom fem transportmidler/-måter:

- bil som fører
- bil som passasjer
- kollektivtransport

- sykkel
- til fots/gange

Modellene for reisefrekvens (TF-modellene) er logitmodeller estimert i kombinasjon med såkalte Hurdle-Poisson-modeller (se kap. 6). Modellene er estimert simultant for alle reisehensikter og gir forventet antall ærend for hver reisehensikt. I frekvensmodellene inngår bl a logsummer fra de fem MD-modellene som variable, hvilket innebærer at reisefrekvensene påvirkes av transporttilbudet og biltilgjengeligheten. Siden MD-modellene er basert på rundturer med bare én hoveddestinasjon, mens TF-modellen gir alle besøk som er gjennomført, er det laget en prosedyre som ivaretar rundturer med mellomliggende reiser. Prosedyren samordner informasjonen fra MD-modellene og TF-modellene slik at systemet produserer korrekt antall utreiser, hjemreiser og mellomliggende reiser, basert på matriser med "overgangssannsynligheter". Dette er sannsynligheter for at et besøk med et gitt formål etterfølges av en hjemreise eller et nytt besøk, og i tilfelle hvilket formål det nye besøket har. Som en forenkling er det forutsatt at alle enkeltturer enten foregår som en ren tur/retur eget hjem (2 enkeltturer) eller inngår i en rundtur med start og mål i eget hjem og to destinasjoner under veis (3 enkeltturer).

Figur 2.1. Oversikt over modellsystemet



TØI-rapport 766/2005

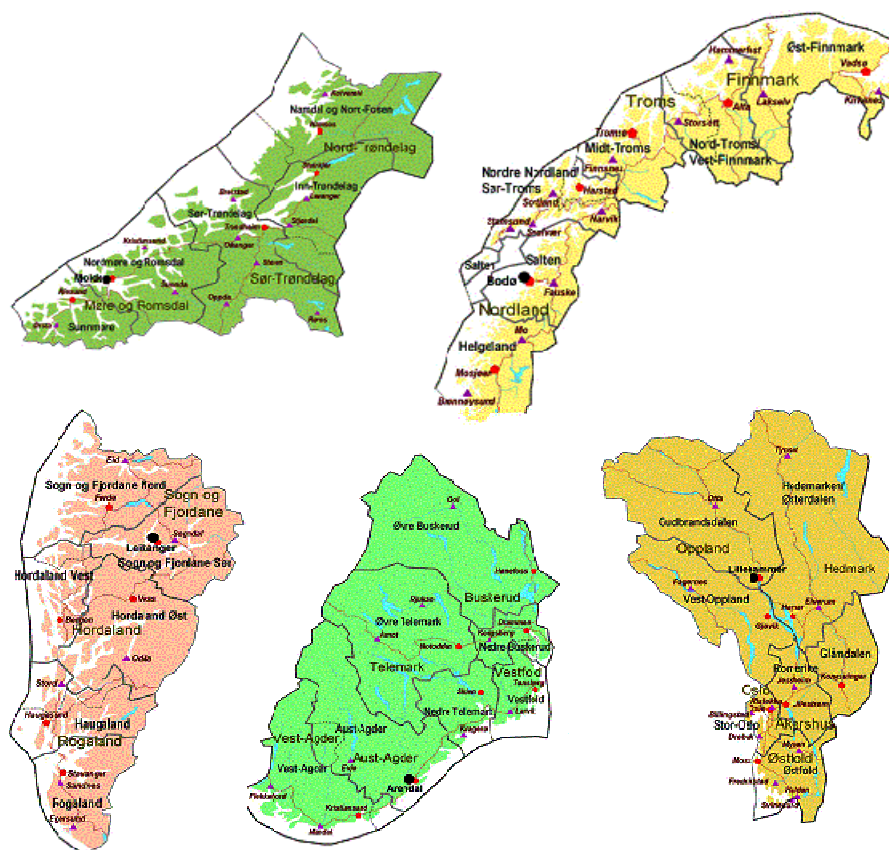
Resultatet av en modellkjøring er turmatriser for rene tur/retur-reiser (formål x reisemåte, dvs 25 i alt), samt utreiser, mellomliggende reiser og returer for reiser med flere enn én destinasjon. De siste beregnes og skrives ut bare for bilførerturer og kollektivturer og samlet for alle reiseformål. Disse matrisene leses inn i nettverksmodellen, aggregeres opp (f eks til en totalmatrise for bilførerturer) og fordeles der på veglenker og ulike kollektive transportmidler basert på gitte algoritmer. Nettutleggingen blir ikke omtalt nærmere i denne rapporten.

3 Regioninndeling og soneinndeling

Ved etableringen av persontransportmodellene for korte reiser ble det tatt utgangspunkt i Statens vegvesens regioninndeling. Bakgrunnen for dette var at modellene da kan knyttes til en administrativ enhet som kan forvalte modellene (bruk og vedlikehold) etter at de er levert ferdig estimert, kalibrert og implementert fra NTP Transportanalyser.

Statens vegvesen er delt inn i fem regioner: Sør, Øst, Vest, Midt og Nord, og det er etablert én modell for hver av disse.

Figur 3.1. Oppdragsgivers inndeling i landsdeler



TØI-rapport 766/2005

Hver av modellene dekker transport innen regionen, samt til og fra et randrområde på ca 10 mil. Ut fra transportmessige hensyn er imidlertid skillett mellom Region

Sør og Region Øst lite hensiktsmessig, med stort omfang av transport mellom regionene (bl a over Liertoppen). Det har derfor fra oppdragsgivers side vært arbeidet med å finne en løsning som gjør det mulig å beregne virkninger av tiltak på tvers av de to regionene.

Grunnkretser er benyttet som geografisk enhet eller soneinndeling i modellene. Dette gir følgende soneantall i hver modell, eksklusiv randområde:

Tabell 3.1. Antall fylker, kommuner og grunnkretser i regionene/modellene

Region	Antall fylker	Antall kommuner	Antall grunnkretser	Grunnkretser per fylke	Grunnkretser per kommune
Øst	5	89	4179	836	47
Sør	5	84	2672	534	32
Vest	3	86	2534	845	29
Midt	3	87	2075	692	24
Nord	3	89	1960	653	22
Totalt	19	435	13420	706	31

TØI-rapport 766/2005

I tillegg til grunnkretsene som er med i modellens hovedområde kommer randsonene, som kan benyttes som destinasjon for turer gjennomført av bosatte i hovedområdet/regionen.

4 Segmenteringsmodeller for bilhold og førerkortinnehav

Bilhold og førerkortinnehav i husholdene er et svært viktig aspekt ved individers muligheter til å foreta visse typer reiser, samtidig som utviklingen av biltilgjengeligheten over tid sannsynligvis er en avgjørende faktor for veksten i biltrafikken. Vi ønsker derfor at våre transportmodeller skal ivareta effekter av endret biltilgang. Hensikten med disse modellene (BHFK-modellene) er å segmentere befolkningen for å få informasjon om befolkningsgruppens biltilgjengelighet. Segmenteringsmodellene er ikke estimert som en del av prosjektet med å utvikle de regionale transportmodellene, men i og med at de er en integrert del av modellsystemet, gir vi likevel en kort oversikt over utviklingsarbeidet. En mer detaljert gjennomgang av estimering og formulering av modellene for bilhold og førerkortinnehav er gitt av Rekdal og Hamre (2004).

Demografiske data fordeler befolkningen i grunnkretsene på alder (5 års intervaller), kjønn og 3 husholdskategorier (hushold med én voksen person fra 18 år, med to voksne og med tre eller flere voksne personer). Vi har valgt å lage modeller som segmenterer befolkningen på alder og kjønn i sonene videre inn i 5 gjensidig utelukkende segmenter med ulik biltilgang. Resultatene fra disse modellene kan benyttes direkte i modellene for valg av transportmiddel og destinasjon. De fem segmentene er:

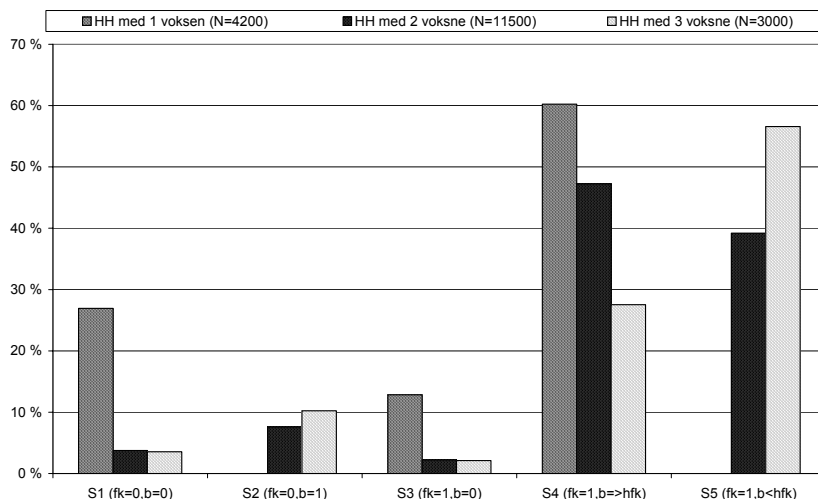
- S1:** Personer uten førerkort og ingen biler i husholdet (ikke tilgang til bil som fører, dårlig tilgang til bil som passasjer).
- S2:** Personer uten førerkort, men med en eller flere biler i husholdet (bare biltilgang som bilpassasjer).
- S3:** Personer med førerkort, men uten bil i husholdet (dårlig tilgang til bil).
- S4:** Personer med førerkort og minst like mange biler som førerkort i husholdet (full biltilgang).
- S5:** Personer med førerkort, med bil i husholdet, men færre biler enn førerkort i husholdet (delvis/god biltilgang).

Som vi ser, har personer som tilhører segment S1 og S2 ikke førerkort, og personer som tilhører segment S1 og S3 ikke bil. For personer med førerkort, er totalt antall førerkort og biler i husstanden avgjørende for biltilgangen. Data fra RVU2001 er benyttet som estimeringsgrunnlag, sammen med data som beskriver respondentenes bostedsgrunnkrets.

Materialet er splittet i tre deler avhengig av antall personer i husholdet som har fylt 18 år. Figur 4.1 viser at fordelingen på de 5 bilhold/førerkortsegmentene varierer betydelig mellom de tre husholdstypene. I hushold med én voksen er andelen med full biltilgang (S4) 60 prosent, mens den er knappe 50 prosent i hushold med 2 voksne og knapt 30 prosent i hushold med 3 og flere voksne. I hushold med én voksen person er dessuten andelen uten biltilgang (S1) nær 30

prosent (eldre og yngre aleneboende). I hushold med 3 eller flere voksne er andelen med delvis biltilgang (S5) nær 60 prosent.

Figur 4.1. Fordeling av personer på bilhold- og førerkortsegmenter etter husholdstype



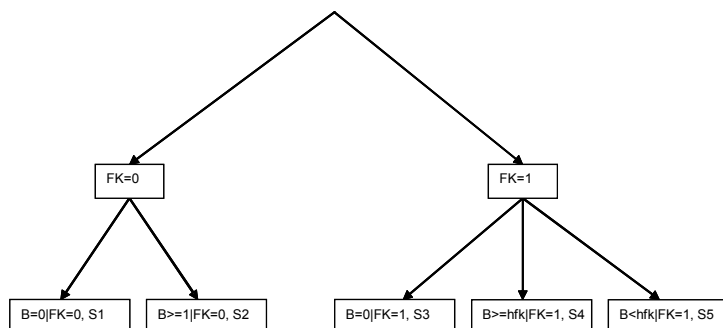
TØI-rapport 766/2005

Den metoden som er valgt, innebærer å definere situasjonen som tre atskilte problemer; førerkortinnhaver, biltilgang for personer med førerkort, og biltilgang for personer uten førerkort. Modellene for disse tre situasjonene er estimert simultant. Førerkortinnhaver er en binær situasjon ($fk=1$ eller $fk=0$). Biltilgang for personer med førerkort representeres ved tre gjensidig utelukkende alternativer, ingen biler ($b=0$), bil men færre biler enn førerkort i husholdet ($b>0$, $b<hfk$), og bil og like mange eller flere biler enn førerkort i husholdet ($b>0$, $b>=hfk$).

Når vi for personer uten førerkort ikke trenger å ta hensyn til antall førerkort og antall biler blir situasjonen som vist i figur 4.2. For hushold med bare én voksen person vil ikke S2 og S5 være aktuelle, da disse to gruppene normalt gjelder hushold med flere voksne (ikke naturlig å ha bil hvis man ikke har førerkort (S2), og ikke mer enn ett førerkort i husholdninger med én person (S5)). For hver av de tre husholdskategoriene er det estimert modeller som fordeler befolkningen på de 5 bilhold/førerkortsegmenter.

Modellene er estimert med en maximum likelihood prosedyre kodet i GAUSS. Modellene er spesifisert med "nyttefunksjoner" som består av alternativspesifikke konstanter og variable som beskriver bostedssone, individuelle kjennetegn og husholdskarakteristika. De viktigste variablene er alder, kjønn, familietype, befolkningstetthet og inntekt. Alder og kjønn inngår både som dummyvariable og som kontinuerlige variable.

Figur 4.2. Struktur i modellene for bilhold og førerkortinnehav



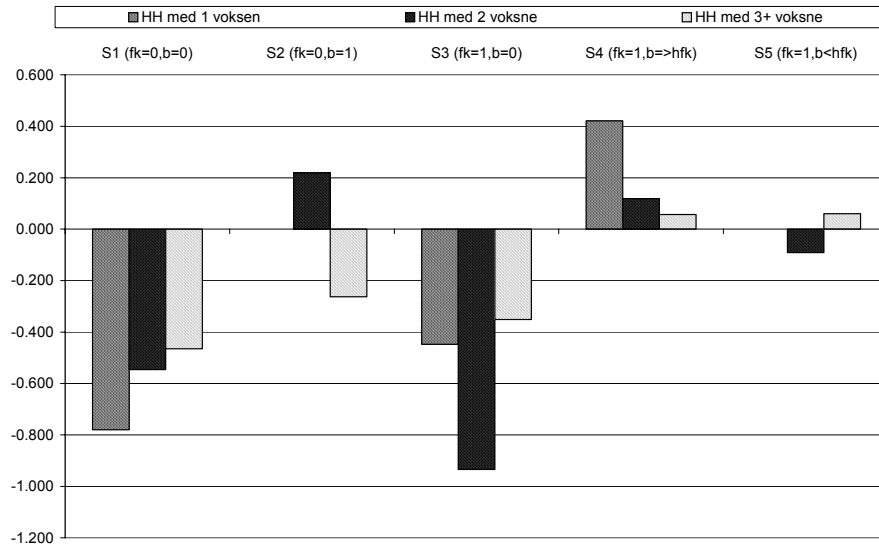
TØI-rapport 766/2005

Vi har ikke hatt tilgang til variable som beskriver parkeringsforholdene ved bostedet direkte. Befolkningstetthet er benyttet som en proxyvariabel i forhold til dette, formulert både som kontinuerlige variable og som ulike dummyvariable. Tanken er at det i områder med høy befolkningstetthet ofte kan være høyere generaliserte kostnader knyttet til bilhold enn i områder med lav tetthet. Variabelen for befolkningstetthet vil imidlertid også fange opp andre faktorer, som bedre kollektivtilbud, kortere avstander til aktiviteter osv, dvs at en har mindre behov for bil i områder med høy tetthet. Det er en klar sammenheng mellom befolkningstetthet og både bilhold og førerkortinnehav i våre modeller. I områder med høy befolkningstetthet er sannsynligheten for full biltilgang og førerkort lavere, og sannsynligheten for delvis eller ingen biltilgang høyere enn ellers.

Husholdsinntekt inngår i estimeringen som kontinuerlige variable. Det er forutsatt at den marginale bilen har en fast årlig kostnad på kr 10 000, som trekkes fra husholdsinntekten. Den marginale bilen er ofte mye eldre enn gjennomsnittsbilen og har dermed lavere verdi. Eldre biler har sjelden kaskoforsikring. I alle modeller har inntektsvariabelen et tillegg for storbyområder (de 4 største byene i Norge), som gjør at inntektseffekter dempes i disse områdene.

Figur 4.3 viser inntektselastisitetene i de tre modellene, beregnet med utgangspunkt i fordelingen på hushold og segmenter i datagrunnlaget for estimeringen. Figuren viser prosentvis forskyvning mellom segmentene som følge av 1 % økning i inntektene. Størrelsen på endringene er svært avhengig av fordelingen på segmentene i utgangspunktet (jfr fordeling av personer på segmenter i figur 4.1). Det er et generelt trekk at endringen er stor for alternativer med få personer og mindre for alternativer med mange personer.

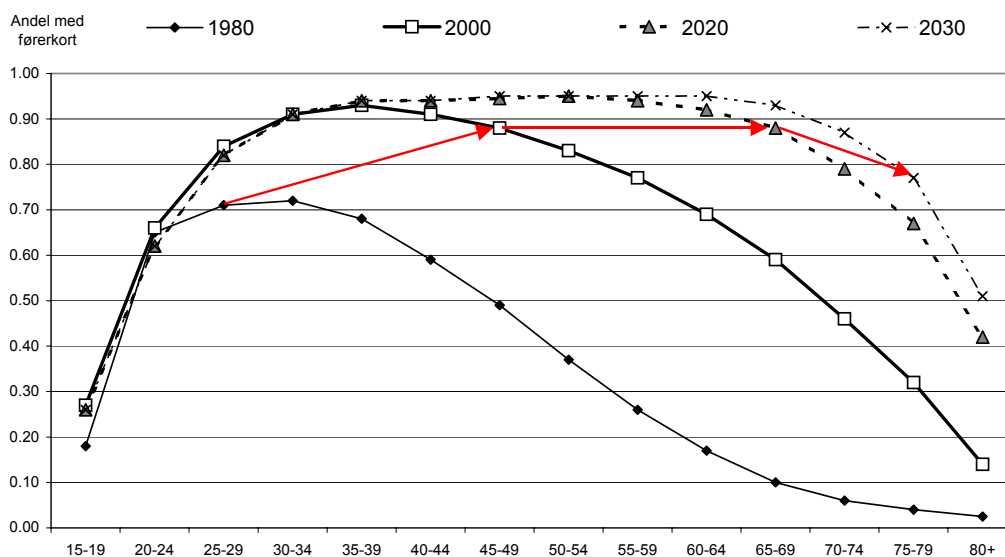
Figur 4.3. Inntektsvirkninger. Prosent endring i segmentets størrelse ved 1% inntektsvekst.



TØI-rapport 766/2005

I implementeringen kalibreres modellene mot prognoser for førerkortinnhavedet i år 2010, 2015, 2020, 2025, 2030 og 2040. For kvinner er disse rene tidseffektene illustrert i figur 4.4. De røde pilene mellom kurvene antyder forløpet i førerkortandel blant kvinner som var mellom 25 og 29 år i 1980. I 2000 var disse kvinnene mellom 45 og 49 år, med betydelig økt førerkortandel. Andelen er deretter stabil frem til 2020. I 2030 vil disse kvinnene være mellom 75 og 79 år og andelen med førerkort har sunket noe, men er fremdeles høyere enn i 1980. Når modellene skal benyttes til langsiktige prognoser vil kalibreringen sørge for å ivareta slike kohorteffekter.

Figur 4.4. Kohorteffekter i førerkortinnhavedet. Kvinner



TØI-rapport 766/2005

5 Modeller for valg av transportmiddel og destinasjon

5.1 Datagrunnlag

Datamaterialet til estimering av modellene for valg av transportmiddel og destinasjon (MD-modellene) er basert på tre ulike kilder:

- Reisevanedata
- Sonedata
- Data for transportstandard (LoS-data)

Reisevanedata gir informasjon om valgt transportmåte og valgt destinasjon for alle reiser respondenten har foretatt en bestemt dag, samt kjennetegn ved intervjuobjektene/respondentene (alder, kjønn inntekt) og respondentens hushold (familietype, transportressurser osv). Sonedata gir informasjon om hva som befinner seg av attraksjoner (arbeidsplasser av ulike slag, befolkning, hytter, hoteller osv) i mulige destinasjoner, og transportstandarddata (LoS-data, level of service) beskriver tilgjengelighet til destinasjoner med ulike transportmåter (reisetider, reisekostnader osv).

All informasjon som er benyttet er stedfestet med grunnkretser som geografisk enhet. Vi har ca 13 500 grunnkretser i Norge, og dette er den mest detaljerte standard geografiske inndelingen vi har i Norge. I og med at kvaliteten på de estimerte modeller henger nært sammen med kvaliteten på dataene som inngår, er det lagt ned en del ressurser i å gjøre datamaterialet best mulig, spesielt gjelder dette bearbeidingen av reisevanedataene. I de følgende avsnitt beskrives dette arbeidet.

5.1.1 Reisevanedata

Bearbeiding av datafilen

De opprinnelige data fra Reisevaneundersøkelsen 2001 (RVU2001) og PROSAMs reisevaneundersøkelse i 2001 (PRVU01/02) er bearbeidet på en slik måte at materialet kunne benyttes til simultan estimering av modeller for valg av transportmiddel og destinasjon, samt til reisefrekvensmodeller. Utgangspunktet for datafilene om reisevaner er respondentenes redegjørelse av alle gårdsdagens reiser, med valgt transportmiddel, valgt destinasjon, reisetidspunkt, reisetid osv for alle bevegelser utenfor bostedet. Dette skal i prinsippet gi opphav til en sammenhengende sekvens av reiser som, for de fleste respondentene, starter i bostedet om morgenen og ender i bostedet om ettermiddagen eller kvelden. Ved gjennomgangen av datamaterialet ble det identifisert en del usammenhengende reisesekvenser og andre feil, som enten ble rettet opp eller forkastet. Dette beskrives nærmere i det følgende, mens en mer detaljert redegjørelse er gitt i Rekdal (2002) og Rekdal og Hamre (2004).

I modellene for *valg av transportmiddel og destinasjon* er bostedsbaserte ”rundturer” observasjonsenheter. En slik rundtur kan i utgangspunktet bestå av flere sammenhengende delreiser via flere destinasjoner, men hvor første reise starter og siste reise ender i eget bosted. Til modellestimeringen må en rundtur defineres litt mer snevert, som en tur/retur reise til bare én destinasjon. De aller fleste reiser i materialet er av en slik karakter, men en del av rundturene er sammensatt av flere enn to delreiser. Disse er så langt som mulig gjort om til en ren tur/retur reise. Dette kommer vi tilbake til.

I forbindelse med RVU2001 ble det for første gang gjort en stedfesting, i form av grunnkrets, for alle rapporterte reiser. Det oppstod visse problemer med denne stedfestingen, noe som førte til at endelig datamateriale som skulle brukes til estimering ble en del forsinket. Etter hvert ser det imidlertid ut til at kvaliteten på stedfestingen er blitt bra, noe som er helt avgjørende for å kunne utvikle et så detaljert modellsystem som det som nå foreligger.

I løpet av arbeidet med klargjøring og behandling av data fra RVU2001 ble det besluttet at også data fra PRVU01/02, som dekker Oslo-regionen, skulle inngå i estimeringsgrunnlaget. Dette gav betraktelig større dataomfang for et fra før noe underrepresentert område, og ved det heves kvaliteten på modellene vesentlig. PRVU01/02 omfatter ca 8 800 intervju i Oslo og Akershus, som kom i tillegg til ca 21 000 intervju fra RVU2001. Til sammen utgjør dette 93 000 reiser de dagene som er rapportert. I og med at PRVU01/02 var noe annerledes utformet enn RVU2001, måtte det gjøres visse ”korreksjoner” for noen av de variable som var tenkt benyttet i estimeringen. Et eksempel er inntekt, hvor PROSAM registrerte respondentens inntekt (husholdsinntekt) på grove intervaller, mens RVU2001 både hadde personlig inntekt og husholdsinntekt på relativt detaljert nivå.

For hver respondent er det registrert et antall delreiser som er gjennomført på rapporteringsdagen. Til sammen utgjør disse en reisesekvens. I datamaterialet består en reisesekvens av fra 1 til 15 delreiser. Man skulle tro at de aller fleste respondenter starter sin reiseaktivitet hjemmefra om morgenen og til slutt ender i eget hjem på et senere tidspunkt. Noen kommer imidlertid hjem fra en reise akkurat den dagen de skal rapportere eller drar ut på en reise uten å komme tilbake igjen rapporteringsdagen. I enkelte intervju har det åpenbart også gått galt enten i respondentens rapportering eller i intervjuerens registrering. Dette gir seg til kjenne som reisesekvenser som ikke er logisk sammensatt som en kjede av turer mellom besøkte destinasjoner med bosted som utgangspunkt og endepunkt.

For å luke ut problematiske observasjoner fra datamaterialet før modellestimering, ble datamaterialet bearbeidet i 10 trinn. Disse er grovt beskrevet i det følgende:

Trinn 1: Sletting og endring av en del variable fra opprinnelige filer, samt beregning/konstruksjon av enkelte nye variable.

Trinn 2: Avdekking av problematiske reisesekvenser, dvs sekvenser som ikke starter eller slutter i bosted, eller som ikke er rapportert sekvensielt (dvs at neste delreise starter der forrige sluttet, samt foregår senere i tid) .

Det ble laget et dataprogram som gikk gjennom alle reisesekvensene i datamaterialet, og som skrev de sekvenser som ikke tilfredstilte alle kriteriene over til egne datafiler etter hvilken type feil som var identifisert. De aksepterte reisesekvensene ble skrevet til filer etter hvor mange delreiser som inngikk i reise-

sekvensen. I RVU2001 fant vi at 49 000 av de drøyt 64 000 delreisene var korrekt rapportert, mens knappe 25 000 av ca 29 000 delreiser var korrekt rapportert i PRVU01. Til sammen var i underkant av 80 prosent av delreisene korrekt rapportert.

Trinn 3: Korrigering av reisesekvenser som i trinn 2 ble funnet å være feil rapportert. Først skilte en maskinelt ut ”korrekt rapporterte” rundturer fra materialet med ”feile delreiser”. Med den maskinelle prosedyren ble ca 27 prosent av de ”forkastede” delreisene inkludert i datagrunnlaget til estimering. Ved en tidkrevende manuell gjennomgang ble ytterligere 38 prosent av de forkastede delreisene korrigert etter visse regler og inkludert i materialet.

Trinn 4: Organisering av alle delreiser i materialet etter antall delreiser i rundturen. På dette stadiet hadde en 24 391 rundturer som var preparert fra RVU2001, med 59 028 delreiser, dvs 2,42 delreiser per rundtur i snitt. Fra PRVU01 var tallet 10 453 rundturer med 26 318 delreiser, dvs 2,51 delreiser per rundtur i snitt.

Trinn 5: Oppdeling av materialet i hhv bostedsbaserte og arbeidsplassbaserte rundturer. En arbeidsplassbasert rundtur er en sekvens reiser som starter og ender på egen arbeidsplass, og kan bare forekomme i bostedsbaserte rundturer med fire eller flere delreiser. Totalt i materialet fant vi vel 550 slike arbeidsplassbaserte rundturer med til sammen drøyt 1200 delreiser, dvs ca 2,2 delreiser per rundtur. Disse ble ikke brukt i estimeringen.

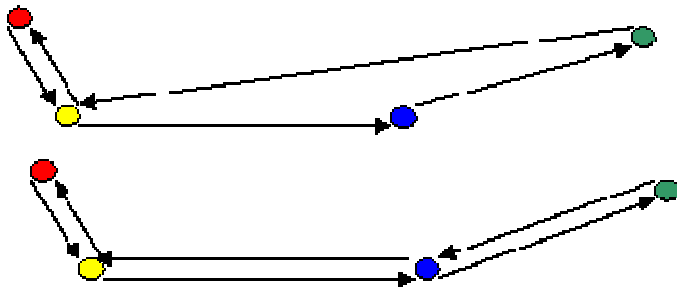
Trinn 6 og 7: Aggregering av rundturene med flere enn én destinasjon, men færre enn fem destinasjoner. I aggregeringen ble det benyttet en del regler slik at vi ikke aggregerte destinasjoner der rundturen var kompleks og liknet lite på en ren tur/returreise. Øverste del av figur 5.1 viser en reisesekvens hvor personen starter i bostedet (rød sirkel), reiser via barnehage (gul sirkel) til arbeidssted (blå sirkel), og videre på et tjenesteoppdrag (grønn sirkel) før reisen går via barnehagen og hjem til bostedet. Dette er et eksempel på en relativt kompleks reisesekvens, som bare ble tatt med i datamaterialet hvis det var mulig å anta at en av de 4 destinasjonene var hoveddestinasjon for rundturen. For å bestemme dette så vi på:

- Varighet av ærend på destinasjonene
- Avstand fra bosted til destinasjonene
- Avstand for hele rundturen

En destinasjon velges som hoveddestinasjon hvis varigheten på det ærend som er gjennomført der er dominerende i forhold til varigheten på andre destinasjoner. Samtidig må den aktuelle destinasjonen være blant de som ligger lengst unna bostedet, og avstanden tur/retur bostedet og den aktuelle destinasjon må ikke være mye kortere enn total avstand fra bosted via alle destinasjoner i riktig rekkefølge og tilbake til bostedet.

Hvis varigheten på destinasjonen for tjenestereisen i figuren er dominerende i forhold til tiden tilbrakt på de andre destinasjonene, taler lokaliseringen av destinasjonene i figuren for at denne reisesekvensen blir behandlet som en bostedsbasert tjenestereise. I motsatt fall blir sekvensen forkastet fra datamaterialet.

Figur 5.1. Eksempler på aggregering av delreiser til rundturer



TØI-rapport 766/2005

Nederste del av figur 5.1 viser en reisesekvens som inneholder en ”innskutt arbeidsplassbasert tjenestereise”. Denne blir forkastet fra datamaterialet. Mye taler for at resten av denne reisesekvensen blir preparert som en arbeidsreise.

Trinn 8: Reorganisering av datamaterialet slik at vi fikk én linje per rundtur, med bl a følgende informasjon: recordnummer og nummer på intervjuobjekt, diverse data for utreise og retur, personopplysninger fra turdagboken, antall arbeidsplassbaserte delreiser som var fjernet, antall aggregerte destinasjoner, samt personopplysninger fra personfilen.

Trinn 9: Utskifting av grunnkretsinnndelingen, først med en inndeling som tilsvarer SSBs 2001-inndeling, deretter Statens Kartverks 2001-inndeling som er den som er benyttet i modellene.

Trinn 10: Forkasting av records som vi på forhånd visste ikke kunne benyttes i estimeringen. Disse rundturene ble forkastet fordi grunnkretsen ikke fantes i Kartverkets 2001-inndeling, manglende stedfesting eller bruk av uaktuell transportmåte (traktor, moped, fritidsbåt med mer).

Antall aksepterte rundturer ble etter dette 19 179 fra RVU2001 og 7 564 fra PRVU01, totalt nærmere 27 000 rundturer.

Erfaringsmessig forkastes også en del rundturer ved estimeringen. I estimeringen av modeller for valg av transportmiddel og destinasjon forkastes observasjoner dersom minst et av følgende er tilfelle:

- Mangler transportstandarddata (LoS-data) for bil til valgt destinasjon (f eks manglende tilknytning av grunnkrets i nettverket eller usammenhengende vegnettverk).
- Mangler LoS-data for kollektivtransport til valgt destinasjon dersom kollektivtransport er valgt.
- Lenger gangdistanse til kollektivtransport enn 20 km (t/r) dersom kollektivtransport er valgt.
- Lenger gangtid til kollektivtransport enn 80 min (t/r) hvis kollektivtransport er valgt.
- Lenger avstand enn 60 km (t/r) hvis sykkel er valgt.
- Lenger avstand enn 20 km (t/r) hvis man har gått hele veien.

- I tillegg forkastes noen observasjoner fordi det er foretatt valg som ikke er tilgjengelig (bilfører må f eks være minst 18 år og ha førerkort).

Disse observasjonene forkastes først i forbindelse med estimeringen av den enkelte delmodell og er derfor fremdeles inkludert i oversikten over datamaterialet i neste avsnitt. Merk at disse forkastingskriterier i forbindelse med estimeringen både utelukker observasjoner som kan være feilkodet eller feilrapportert i RVU og observasjoner hvor det er feil i LoS-data.

Noen hovedtrekk fra reisevanedataene

Tabellen under viser fordelingen av rundturene i datamaterialet på de 5 regionene det er laget modeller for. Vi ser at Region Øst er størst med nærmere halvparten av observasjonene (når PRVU01 er inkludert), deretter kommer sør med nærmere 20 prosent. Region vest og midt har rundt 15 prosent hver, mens nord bare har 5 prosent av observasjonene.

Tabell 5.1. Fordeling av rundturer på 5 regioner.

Region	Antall observasjoner	Prosent
Øst (ekskl. PRVU01/02)	4848	
Øst (inkl. PRVU01/02)	12412	46
Sør	4998	19
Vest	3910	15
Midt	4081	15
Nord	1342	5
Sum	26743	100

TØI-rapport 766/2005

Transportmiddelfordelingen per region er vist i tabell 5.2. Som vi ser er kollektivtransport et relativt lite brukt transportmiddel med 9 prosent av observasjonene i datamaterialet. Region Øst har størst markedsandel for kollektivtransporten med 9 prosent i RVU2001 og 16 prosent i PRVU01 (som kun omfatter Oslo og Akershus). Totalt gir dette en kollektivandel i regionen på drøyt 13 prosent.

Tabell 5.2. Transportmiddelfordeling i materialet etter region

	Øst RVU2001	Oslo/Ak. PRVU01	Sør	Vest	Midt	Nord	Total	Prosent
Til fots	1049	1713	996	996	925	413	6092	23 %
Sykkel	240	429	264	209	187	86	1415	5 %
Bil fører	2553	3458	2836	2022	2278	609	13756	51 %
Bil passasjer	572	735	617	437	459	167	2987	11 %
Kollektivtransport	434	1229	285	246	232	67	2493	9 %
Sum	4848	7564	4998	3910	4081	1342	26743	100 %
Kollektivtransport prosent	9 %	16 %	6 %	6 %	6 %	5 %	9 %	

TØI-rapport 766/2005

Tabell 5.3 viser hvordan observasjonene i datamaterialet fordeler seg på reisemål i regionene. Vi ser at fordelingen mellom regionene er svært jevn, med unntak av Oslo/Akershus hvor andelen arbeidsreiser er 35 prosent mot 24-27 prosent ellers. Vi merker oss ellers at det "mangler" ca 2750 observasjoner i denne tabellen i forhold til de andre tabellene. Dette er observasjoner som ikke benyttes i estimeringen, og gjelder ca 1250 skolereiser som ikke er med pga manglende sonedata og delvis manglende koding av skolebusser, og ca 1600

reiser med formål ”gikk tur/syklet/luftet hund” hvor selve reisen er formålet med turen og som tradisjonelle modeller for valg av reisemåte og destinasjon ikke kan ”forklare”.

Tabell 5.3. Reiseformål i datamaterialet etter region, antall og prosent

	Øst	PRVU01	Sør	Vest	Midt	Nord	Total
Arbeidsreiser	1158	2403	1176	870	919	283	6809
Tjenestereiser	168	41	130	155	154	45	693
Innkjøp, tjenester	1078	1736	1121	820	875	298	5928
Besøk	642	839	702	559	578	189	3509
Andre private	1306	1803	1342	1028	1126	376	6981
Sum	4352	6822	4471	3432	3652	1191	23920
Prosent							
Arbeidsreiser	27 %	35 %	26 %	25 %	25 %	24 %	28 %
Tjenestereiser	4 %	1 %	3 %	5 %	4 %	4 %	3 %
Innkjøp, tjenester	25 %	25 %	25 %	24 %	24 %	25 %	25 %
Besøk	15 %	12 %	16 %	16 %	16 %	16 %	15 %
Andre private	30 %	26 %	30 %	30 %	31 %	32 %	29 %

TØI-rapport 766/2005

5.1.2 Sonedata

Sonedata brukes i forbindelse med valg av destinasjon og uttrykker sonens attraktivitet. Dataene er levert av oppdragsgiver og foreligger på grunnkretsnivå. For hver sone har vi tilgjengelig informasjon om befolkning, areal, antall sysselsatte bosatt i grunnkretsen, antall arbeidsplasser, antall ansatte i ulike næringsgrupper, antall hoteller, hytter og fritidshus, elever i videregående skole, universitets- og høyskolestudenter, sentralitet og en parkeringsindeks.

Vi har informasjon om antall arbeidsplasser i følgende ni næringsgrupper:

- Primærnæringer: jordbruk, skogbruk og fiske
- Oljeindustri og bergverksdrift
- Industri ellers, inkl kraft og vannforsyning, bygg- og anlegg
- Varehandel mv
- Hotell og restaurant
- Finans, forretningsmessig tjenesteyting, eiendom, interesseorganisasjoner
- Offentlig administrasjon og forsvar
- Undervisning
- Helse- og sosialsektor, personlige husholdstjenester

De ulike sonedataene er med på å forklare sonens attraktivitet for ulike reisehensikter, f eks er ansatte i varehandelen viktig for handlereiser, men ikke for besøksreiser. I senere kapitler kommer vi tilbake til hvilke sonedata som inngår for hver reisehensikt.

Parkeringsindeksen er en konstruert variabel, da data om parkeringstilbudet i ulike soner i utgangspunktet manglet. I og med at parkeringsmulighetene representerer en sentral beskrankning for å kunne reise med bil på ulike typer reiser, valgte vi å konstruere en variabel for i hvert fall å ivareta visse aspekter knyttet til parkeringstilbudet. Variabelen er basert på en klassifisering fra 2 til 6 av soner med hensyn til arbeidsplassetetthet. Kode nr 6 benyttes i de mest

”arbeidsplassstunge” områdene i de fire største byområdene og angir at det er vanskeligst/dyrest å parkere her. De mest ”arbeidsplassstunge” områdene i de øvrige byområdene i Norge likestilles med områder i de fire største byområdene med mer moderat arbeidsplass tetthet og får kode 5, som angir at det er noe lettere/billigere å parkere her. Graderingen av parkeringsmulighetene synker så til kode nr 2 som angir at det bare er forbundet med små ulemper i form av leting etter parkeringsplass og kostnader med parkeringen. Øvrige soner har kode nr 3. Reglene for klassifisering av grunnkretsene etter arbeidsplass tetthet er vist i følgende tabell.

Tabell 5.4 Klassifisering av grunnkretser etter område og arbeidsplass tetthet

Område \ Arbeidsplasser/areal	Tetthet > 10000	Tetthet > 2000	Tetthet > 750
Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger	6	5	4
Andre bykommuner	5	4	3
Ellers	4	3	2

TØI-rapport 766/2005

I estimeringen brukes parkeringsindeksen noe annerledes enn de andre sone-dataene, ved at den kun inngår i nyttefunksjonen for bil. En vurdering av indeksen tyder på at kode nr 6 og til dels 5 fungerer best som en indikator for soner hvor det er parkeringsproblemer, og vi har holdt oss til disse to nivåene ved estimeringen.

Ved estimeringen trekkes tilfeldig 249 destinasjoner (soner) i tillegg til den valgte destinasjon. Dersom det ikke finnes så mange grunnkretser innen en avstand på 100 km fra bostedet benyttes alle destinasjoner innenfor denne maksimale avstanden. Under estimeringen benyttes også vektorer som korrigerer for at utvalgsbrøken for alternative destinasjoner varierer fra observasjon til observasjon.

5.1.3 Data om transporttilbudet (LoS-data)

Data om transporttilbudet (LoS-data) i form av transporttider og transportkostnader er levert fra oppdragsgiver for prosjektet, basert på kodete nettverk og kollektivruter i nettverksmodellene for de fem landsdelene. Underveis i estimeringsarbeidet har det dukket opp ulike problemer med disse dataene, etterfulgt av opprettinger og generering av nye data. Vi har etter beste evne forsøkt å korrigere for de feil i datamaterialet som vi er blitt oppmerksom på, og håper at svakhetene i datamaterialet ikke har påvirket estimatene i for stor grad.

Innholdet i variablene reflekterer normalt tur/retur-reiser. For biltrafikk er det gjennomført to rutevalgsberegninger for å beregne LoS-data, avhengig om det er en privat reise eller en tjenestereise. For tjenestereisene er det forutsatt at kun tiden vektlegges, uten hensyn til verken kilometerkostnader eller bom- og fergekostnader. For private reiser er avstandsavhengig kostnad satt til 1 kr pr km (gjelder vegvalgsberegningen, ikke senere estimering) og total kilometerkostnad vektet sammen med bom- og fergekostnader langs reiseruten ved å benytte 60 kr per time som enhetspris på tid. Billigste reiserute velges basert på dette. I estimeringen benyttes LoS-data data som korresponderer med det aktuelle reisemålet.

For kollektivtrafikken er det også gjennomført to beregninger av LoS-data, som representerer kollektivtilbudet i hhv morgenrushet og i lavtrafikkperioden midt på dagen. For begge beregningene er ventetidsfaktoren satt til 0,5 (man venter

halve tiden mellom avgangene) og ventetid er vektet med en faktor på 1,5 i forhold til ombordtid. Ganghastigheten er satt til 5 km/t og gangtid vektet med 1,8 i forhold til ombordtid ved uttak av LoS-data for kollektivtrafikk. Ulempen for en påstigning er satt til 10 minutter. I estimeringen benyttes enten morgenrush- eller lavtrafikkdata, avhengig av hva som passer best med den tidsperioden reisen er gjennomført i.

De viktigste transportkvalitetsdataene er definert som følger:

Bil kjøretid er inklusiv overfartstid og ventetid på ferge (ventetid på ferge er beregnet som halve tiden mellom avganger, men maksimalt én time).

Reisekostnad med bil reflekterer gjennomsnittskostnad per person i bilen. Dette er basert på observert reisefølge, men kostnaden er maksimalt dividert på tre personer.

Kostnaden er satt sammen av en avstandsavhengig komponent som er knyttet til bilen (satt til kr 1,4 pr km for private reiser og kr 3 pr km for tjenestereiser, som var statens sats for reisegodtgjørelse i 2001), i tillegg til komponenter knyttet til passering av bomstasjoner og fergesamband både for bilen og eventuelle passasjerer. Valg av kilometerkostnad for bil vil alltid kunne diskuteres og valget vil ha konsekvenser for de koeffisienter som estimeres for kostnad og muligens også andre koeffisienter. Gjennom dette får valget av kilometerkostnad også betydning for de implisitte tidsverdier i modellene. Forekomsten av bompaseringer, fergebruk og antall km kjørt er hentet fra nettverksmodellen og er således avhengig av vegvalget i nettverksberegningene. For arbeidsreisene har vi valgt å legge inn 25 prosent rabatt for bompenger og 45 prosent rabatt på ferge, forutsatt at en ikke har periodekort for kollektivtransport (en regner da med at en ikke har abonnement som gjelder "bilbaserte" reiser i tillegg). Rabattene skal uttrykke at mange av reisene foregår ved bruk av ulike klippekort eller abonnementsordninger. For andre reiser har vi benyttet 20 prosent rabatt både på bompenger og fergekostnader. Hvis respondenten har den mest gunstige firmabilordningen settes reisekostnaden med bil lik null for alle reisemål.

For *arbeidsreisene* gjelder en del spesielle forhold ved kostnadsberegningen. Dette er nærmere omtalt i kapitlet om estimering av arbeidsreisemodellen.

Kjøretid med kollektivtransport er formulert som gjennomsnittlig kjøretid på de attraktive ruter ifølge nettverksmodellen (og ikke bare på den raskeste ruten, som er det som kommer ut av TRIPS som default).

Ventetid i kollektivtransport er en variabel som har vært problematisk i estimeringsarbeidet. Dette skyldes at man i nettverksmodellen, hvor ventetiden er beregnet, får ut en ventetid som er halvparten av tiden mellom avgangene, i stedet for det vi kan observere som *faktisk* ventetid når folk reiser med kollektivtransport, dvs en viss tilpasning til avgangstidene. Ventetiden er i tillegg summert over antall påstigninger, som det er en del av i datamaterialet. Nettverksmodellene begrenser oss i forhold til å beskrive ventetider og effekter av endringer i ventetider på en korrekt måte. Vi kunne endret forutsetningene i nettverksmodellen, for eksempel ved å sette en maksimal ventetid på 10 minutter, men dette ville gjøre det vanskelig å lage modeller som ivaretar effektene av frekvensendringer på lavfrekvente ruter.

I estimeringsprosessen er en lang rekke alternative formuleringer av ventetidsvariabelen testet. Vi har forsøkt å benytte variabelen direkte slik den kommer ut av nettverksmodellen, vi har delt ventetiden opp i kort (åpen) og lang (skjult) ventetid med ulike grenser, beregnet ventetid per påstigning og delt denne opp i kort og lang, samt testet ulike lineære transformasjoner av ventetiden for å gi lang ventetid mindre virkning enn kort. Vi har også forsøkt å slå sammen gangtid og ventetid på ulike måter for å få ventetiden signifikant.

Det viste seg at bruk av kvadratroten av ventetid fungerte bra i modellene for alle fem reisemål. Ved å transformere ventetiden med kvadratroten får man redusert effekten av lange ventetider ganske kraftig, noe som uttrykker at en ved lave frekvenser tilpasser seg transportmidlets avgangstid. Man får samtidig en ventetidsvekt som varierer med størrelsen på ventetiden.

Ved vurdering av ventetid og behandlingen av denne i estimeringen er det viktig å være klar over at ventetid ikke nødvendigvis har samme vekt når vi ser på valg av reisemåte og destinasjon som når vi ser isolert på rutevalget for personer som rent faktisk skal reise kollektivt fra "A" til "B" og skal velge reiserute.

Kostnader for kollektivtransport er i utgangspunktet beregnet som fullpris, basert på antall kilometer og med samme takstsystem for hele landet. Det er lagt inn korreksjoner som sørger for at en fullprispillett koster kr 19 innen Oslo, samt at fullprispillett ikke noe sted skal koste mer enn 7 prosent av gjeldende månedskortpris. Dette siste korrigerer for en del urimelig høye billettpriser som oppsto ved det kilometerbaserte takstsystemet som i utgangspunktet var benyttet. I formuleringen av kostnadene er det lagt inn alders- og barnerabatt på 50 prosent og rabatt for respondenter som har klippekort på 17 prosent. Det forutsettes at respondenter som har *månedskort* har kjøpt dette med tanke på arbeidsreisen, og for andre reisemål forutsettes disse personene å reise gratis til destinasjoner nærmere enn arbeidsstedet, samt til alle destinasjoner internt i bostedskommunen. Uten en slik begrensning ville f.eks. en person som har månedskort i Oslo kunne reise gratis med buss eller tog til *alle* destinasjoner (innenfor en radius på 10 mil), f.eks. Kongsberg, Hønefoss, Sarpsborg osv.

Spesielle forhold som gjelder kostnadene ved kollektivtransport for *arbeidsreisene* er nærmere omtalt i kapitlet som gjelder arbeidsreisemodellen.

Kvaliteten på LoS-data er av stor betydning i forbindelse med estimering av MD-modeller. De vil sjelden være helt feilfrie, men bør kvalitetssjekkes så langt mulig før de anvendes til estimering. Dette var det trolig ikke avsatt tilstrekkelig tid og ressurser til. En del problemer ble som nevnt oppdaget underveis og rettet opp ved nye dataleveranser, men i ettertid kan det pekes på flere forhold:

- Kollektivtakstene var generelt et problem og dette ble søkt løst ad hoc etter beste evne, men det som her er gjort må betraktes som en nødløsning.
- Kvaliteten på kodingen av kollektivtilbudet har vært variabel. Mange steder har bl.a. ruter som er viktige for lokal kollektivtrafikk manglet helt.
- For bilferger har vi i ettertid skjont at det har vært mange feil og mangler i kodingen.

- Kjøretider i vegsystemet har trolig vært beregnet for høyt i gjennomsnitt. Til realistiske beregninger av kjøretider trenger man gode fartsmodeller som også tar hensyn til flere egenskaper ved veglenker enn lengde og skiltet hastighet.
- Bompengeringen i Oslo var ikke tatt med når det gjelder bompenger. Hvorvidt bompenger er med i de andre byer med bompengeringer har vi ikke oversikt over.
- Lengden på sonetilknytningene representerer trolig et problem. I tillegg til at disse skal fungere som tilknytninger til det offentlig tilgjengelige vegnett for biltrafikk er de også benyttet som avstand for soneinterne bil-, gang- og sykkelturner og for gang til/fra kollektivtilbud. Urealistisk lange sonetilknytninger for mange soner, er indirekte en viktig grunn til at observasjoner ble forkastet ved estimeringen. Urealistisk korte tilknytninger er også et problem, men neppe så stort.

Når det gjelder feil i LoS-data er det egentlig snakk om 2 hovedtyper. *Systematiske* feil som gjør at variable konsekvent blir beregnet for høyt eller for lavt i forhold til det trafikantene faktisk forholder seg til når de tar sine valg, og *tilfeldige* feil som innebærer at en variabel for enkeltobservasjoner er beregnet for høyt eller for lavt uten at det er noen klar systematikk i dette fra observasjon til observasjon. Begge deler vil påvirke de koeffisienter som estimeres, men det er meget vanskelig å overskue konsekvensene. Det eneste som kan gi et klart svar er sammenligning av ellers identiske modeller som er estimert med hhv feil i data og med ”korrekte” data (Rekdal og Hamre 2000).

5.2 Andre viktige variable

5.2.1 Biltilgang

Segmenteringsmodellen for bilhold og førerkortinnehav (kapittel 4) deler befolkningen i hver sone på alder, kjønn og fem gjensidig utelukkende segmenter med ulik biltilgang. I estimeringen av modellene for valg av transportmiddel og destinasjon er biltilgang viktig og i datafilen har vi derfor laget en variabel som angir hvilket av de fem biltilgangssegmentene respondenten befinner seg i. Følgende segmenter er benyttet:

DBTP (S1 i bilhold/førerkortmodellen): Personer uten førerkort og ingen biler i husholdet (ikke tilgang til bil som fører, dårlig tilgang til bil som passasjer).

FBTP (S2): Personer uten førerkort, men med en eller flere biler i husholdet (bare biltilgang som bilpassasjer).

DBTF (S3): Personer med førerkort, men uten bil i husholdet (dårlig tilgang til bil).

FBTF (S4): Personer med førerkort og minst like mange biler som førerkort i husholdet (full biltilgang).

GBTF (S5): Personer med førerkort, med bil i husholdet, men færre biler enn førerkort i husholdet (delvis/god biltilgang).

Ikke alle segmentene er benyttet i estimeringen, for hvert enkelt reisemål er det testet ut hvilket eller hvilke biltilgangssegmenter som fungerer best. For å bestemme dette har vi blant annet sjekket resultatene fra ”apply-kjøringer” av de

ulike modellvarianter. En ”apply – kjøring” gir en sammenligning av observasjonsmaterialet etter ulike dimensjoner mot de prediksjoner den estimerte modell gir for de samme observasjoner.

5.2.2 Flere destinasjoner på turen

Datamaterialet for estimering av modeller for mode og destinasjon reflekterer rundturer spesifisert som en tur/retur reise til én hoveddestinasjon. I de tilfeller hvor respondentene hadde flere destinasjoner i rundturene sjekket vi om det var mulig å velge ut én av dem som hoveddestinasjon. Rundturer med flere destinasjoner som likner på en ren tur/retur reise til/fra én hoveddestinasjon (mht til tid tilbrakt på destinasjonen, reiseavstand for den faktiske rundturen sammenliknet med reiseavstand tur/retur hoveddestinasjon og avstand fra bosted til alle destinasjoner som er besøkt i rundturen), ble preparert som en rundtur med én hoveddestinasjon. I slike tilfeller tok vi vare på informasjon om antall destinasjoner som faktisk ble besøkt i tillegg til hoveddestinasjonen.

For de bostedsbaserte tjenestereisene viser vi i tabell 5.4 hvordan transportmiddelvalget har vært på turer med hhv én og flere destinasjoner. Blant de 684 observasjonene i datamaterialet er det 135 rundturer (20 prosent) som har minst én sekundær destinasjon. Tabell 5.5 viser at det er en klar tendens til at en i større grad enn ellers velger å være bilfører på reiser som har sekundære destinasjoner (på bekostning av kollektivtransport, sykkel og gang). Dette går også igjen for de andre reiseformål.

Tabell 5.5. Antall sekundære destinasjoner i datamaterialet for tjenestereisene

Transportmiddel	Ingen sekundær destinasjon		Minst 1 sekundær destinasjon		Totalt	
	Antall	Prosent	Antall	Prosent	Antall	Prosent
Bil, fører	361	66	112	83	473	69
Bil, passasjer	49	9	11	8	60	9
Kollektivtransport	49	9	6	4	55	8
Sykkel	30	5	0	0	30	4
Til fots	60	11	6	4	66	10
Totalt	549	100	135	100	684	100

TØI-rapport 766/2005

I alle modellene er det spesifisert en dummyvariabel for alternativet bilfører som trer i kraft hvis reisen har minst én sekundær destinasjon (også omtalt som ”flere formål”). Vi forventer at koeffisienten til denne variabelen får positivt fortegn for å uttrykke økt sannsynlighet for bruk av bil på slike turer.

5.3 Fordeling på reiseavstand i modellene

Observasjonene i datamaterialet omfatter alle bostedsbaserte reiser gjennomført intervjudagen som er kortere enn 10 mil én veg. Avstandsmessig skal altså modellen dekke tur/retur reiser fra noen få meter til 20 mil, og dette gir et stort spenn både når det gjelder reisetider og kostnader.

I estimeringsarbeidet har vi vurdert det som viktig at modellene gir en tilnærmet korrekt avstandsfordeling for reisene. Det vil være svært vanskelig å få gode tur-

matriser fra en modell som ikke treffer på observert avstandsfordeling. Modellene bør altså i stor grad produsere en avstandsfordeling som ligner på avstandfordelingen i datamaterialet, noe som er en forutsetning for å få et riktig destinasjonsvalg. Dette har imidlertid vist seg vanskelig for alle formål, og skyldes nok flere forhold. Vi har stort sett operert med nyttefunksjoner som er lineære i koeffisienter og variable. Erfaringene fra verdsettingsanalyser både i Norge og internasjonalt, og også en del erfaringer fra modellestimeringer av tilsvarende type som i dette arbeidet, antyder at verdsettingen av spart reisetid øker med reiseavstand. Dette skulle i tilfelle innebære at tidskoeffisientene øker eller at kostnadskoeffisientene minker i tallverdi etter hvert som reiseavstanden øker. Innenfor rammene av det estimeringsopplegget som er benyttet i dette arbeidet må nyttefunksjonene være lineære i koeffisientene.

Med lineære formuleringer vil det være vanskelig å oppnå modeller som treffer på avstandsfordelingen i hele avstandsintervallet, og spesielt vil dette gjelde når avstandsfordelingen i datamaterialet ikke er tilnærmet lineær. Tendensen vil da være at modellen underpredikerer korte og lange reiser og overpredikerer de mellomlange. For noen av reiseformålene er det testet ikke-lineære transformasjoner av tidsvariablene uten at det gav resultater som var tilfredsstillende nok til å benytte i formuleringene av den endelige modell. Vi har også forsøkt med trinnvis lineære formuleringer av reisekostnadene og reisetidene. Det var imidlertid vanskelig å oppnå fornuftige verdier på koeffisientene for de lengste avstandene, noe som kan skyldes få observasjoner.

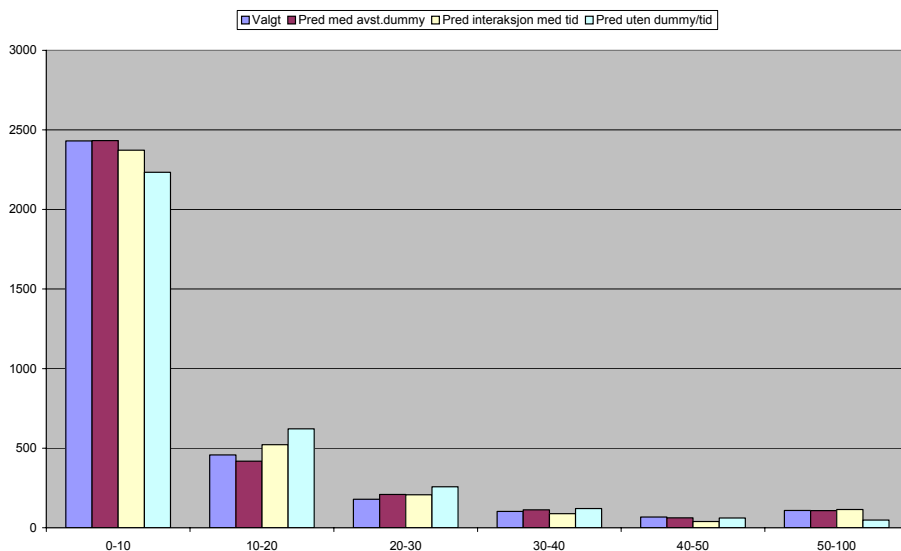
Vi har imidlertid sett at problemene knyttet til å oppnå korrekt avstandsfordeling delvis kan motvirkes ved å segmentere gjennom ulike dummyvariable i interaksjon med reisetid eller kostnad. For eksempel er reisetidene i modellen delvis segmentert etter kjønn, noe som gir en viss effekt på fordelingen på reiseavstand. Andre interaksjonsvarianter er også testet og noen med relativt brukbare resultater. Av disse kan nevnes inntekstdummier i interaksjon med kostnad, alder i interaksjon med reisetid og familietype i interaksjon med reisetid. Når slike varianter ikke er med i de endelige modellene skyldes dette at forskjellene mellom kjønnene er størst, mest systematisk og forklarbar, at familietype er en vanskelig variabel ved anvendelse av modellene, og at det er grenser for hvor mange slike interaksjoner man kan ha med uten at regnetidene ved bruk av modellsystemet vil øke drastisk. Slike spesifikasjoner løste heller ikke problemene med avstandsfordelingen fullt ut.

For reiseformålene tjenestereiser, besøksreiser og handle- og servicereiser er problemet med å treffe avstandsfordelingen forsøkt korrigert ved å legge inn avstandsdummier i modellspesifikasjonen. Vi har testet generiske og alternativspesifikke formuleringer med og uten interaksjon med reisetid. For hver reisehensikt har vi benyttet dummier for ulike avstandsintervaller basert på resultater fra "apply-kjøringer" i ALOGIT. Eksempelvis har vi i modellen for besøksreiser endt opp med å bruke en dummy for avstander inntil 5 km én vei (DST_5) og en for avstander mellom 10 og 50 km én vei (DST_10_50). Hvilke avstandsintervaller som har behov for dummyvariable varierer mellom reiseformålene, og er nærmere beskrevet i kapitlene om modellene for det enkelte reiseformål.

Som et eksempel viser vi i figur 5.2 avstandsfordelingen for besøksreisene slik den foreligger i datamaterialet (søyle 1), og slik den blir predikert med tre ulike

modellspesifikasjoner. Den første modellen (søyle 2) har dummies for ulike avstandsintervall, den andre modellen (søyle 3) har de samme dummyvariable som den første modellen, men i interaksjon med reisetid, mens den tredje modellen (søyle 4) ikke har noen korrigering mht avstand. Utover avstandskorreksjonene er modellene helt like.

Figur 5.2. Observert (valgt) og predikert avstandsfordeling (km én vei) i modeller med ulike spesifikasjoner av avstandsledd, alle reisemåter



TØI-rapport 766/2005

Figuren viser at modellen uten korrigering (søyle 4), overpredikerer de mellomlange turene (10-50 km én vei) og underpredikerer de korte (<10 km) og lange turene (>50 km).

Vi har studert tilsvarende figurer for avstandsfordelingen også for hver enkelt av transportmåtene bilfører, bilpassasjer, og kollektivtransport. Vi finner at underpredikeringen av korte og lange turer i modellen uten korrigering gjelder for alle disse reisemåtene, med noenlunde samme mønster. Videre finner vi at modellen med dummyer for reiseavstand for alle transportmåter gir en avstandsfordeling som likner mest på den observerte. Denne modellen ser også ut til å reprodusere avstandsfordelingen bedre enn modellen hvor dummyvariablene er spesifisert i interaksjon med reisetid, og har også bedre log-likelihood-verdi enn denne. Tilsvarende finner vi for reiseformålene tjenestereiser og handle- og servicereiser. For arbeidsreisene og formål ”andre private reiser” er avstandsfordelingen løst litt annerledes. For ”andre private reiser” var problemene såvidt store med avstandsfordelingen at vi lot være å benytte dummyvariable i det hele tatt fordi dette fikk så store konsekvenser for andre koeffisienter. Mye av pobleme her skyldes trolig at reiser innen dette formål er svært inhomogene. For arbeidsreiser var avstandsfordelingen for bilreiser akseptabel og det ble bare benyttet en dummyvariabel for kollektivreiser under 10 km.

Vi har som nevnt testet andre varianter av dummyvariable formulert som avstandsledd med og uten interaksjon med reisetid og reisekostnad, bl.a. trinnvis lineære formuleringer, med to og tre lineære segmenter. Formuleringene i de to

modellene som er vist i figuren (søyle 2 og 3) passer imidlertid suverent best med datamaterialet. I og med at spesifikasjonen med rene dummyvariable både gir bedre avstandsfordeling og log-likelihood verdi, velger vi denne. Det er også slik at tidsverdiene blir noe høyere i modellen hvor avstandskorreksjonen gjøres i interaksjon med reisetid. Dette gjelder alle segmenter, bortsett fra de aller korteste (<5 km én vei). Høyest tidsverdier får vi for de mellomlange reisene (10-50 km), noe som ikke stemmer overens med antakelsen om at tidsverdiene øker med reiselengde. Tilsvarende resultater finner vi også for de andre reisemålene.

Problemet med å få modellen til å predikere korrekt avstandsfordeling kan også ha sammenheng med et fenomen som i litteraturen kalles heteroskedastisitet. Teorien for denne type modeller krever at restleddene i nyttefunksjonene skal være uavhengig og identisk fordelt over observasjoner og alternativer. Hvis vi har én eller flere uobserverte faktorer slik at restleddene ikke er uavhengig og identisk fordelt, kan heteroskedastisitet oppstå, og det er svært vanskelig å gjøre noe med det, da vi verken kjenner eller har data for disse uobserverte faktorene. Man kan godt tenke seg at disse faktorene kan variere med reiseavstand. Da vil man tilsynelatende kunne få bedre modeller ved å transformere variable ikke-lineært eller med trinnvis lineære transformasjoner, og slike spesifikasjoner vil kunne medføre at man får tidsverdier som varierer med reiseavstand. Hvis man har heteroskedastiske restledd er det imidlertid ikke sikkert at slike tidsverdier reflekterer ”de sanne” preferansene i datamaterialet.

Avvik mellom predikert og observert avstandsfordeling kan åpenbart ha mange årsaker, inkl det forhold at observasjonene vi baserer estimeringen på ikke er så mange når vi splitter opp på reisemåte og avstandsbånd og derfor ikke nødvendigvis vil gjenspeile en totalpopulasjon. Feil og mangler i LoS-data for individuelle observasjoner kan også spille en rolle.

Etter vår mening vil det være naturlig å vurdere bruken av de dummyvariable som inngår i tilknytning til LoS-data nærmere etter at modellene er uttestet. Det er generelt en fordel å unngå slike variable fordi de i noen situasjoner kan gi merkelige og motintuitive resultater. Under estimeringen kan de allikevel ha nyttig funksjon fordi de kan kompensere for svakheter i utvalg, modellspesifikasjon eller inngangsdata. Avstandsdummyer har ført til en markert bedring av modellenes evne til å gjenskape datamaterialets avstandsfordeling, men dette er variable som eventuelt kan fjernes ved anvendelser. Dummyvariable for avstandsbånd anbefales satt til null i forbindelse med implementeringen. Programmet som kjører modellen har nå visse muligheter for kalibrering av avstandsfordeling.

5.4 Notasjon i modellene for valg av transportmiddel og destinasjon

Følgende notasjon er benyttet i alle fem modellene for transportmiddel og destinasjon:

- CD_ Spesifikk koeffisient for bilfører
- CP_ Spesifikk koeffisient for bilpassasjer
- PT_ Spesifikk koeffisient for kollektivtransport
- CK_ Spesifikk koeffisient for sykkel

- WK_ Spesifikk koeffisient for til fots
GA_ Felles (generisk) koeffisient for alle nyttefunksjoner (eventuelt med unntak av gang og sykkel)
GC_ Felles (generisk) koeffisient for bilfører (CD) og bilpassasjer (CP)
GSC_ Felles koeffisient for alle reisemåter *med periodekort* for kollektivtransport

På samme måte brukes CD, CP, PT, CK og WK om nyttefunksjonene for de enkelte reisemåter. I arbeidsreisemodellen gjelder dette nyttefunksjonene for de som er *uten* sesongkort/periodekort, mens SCD, SCP, SPT, SCK og SWK brukes om nyttefunksjonene *med* periodekort. De andre reisemåtene opererer kun med ett sett nyttefunksjoner.

5.5 Valg av transportmiddel og destinasjon for arbeidsreiser

5.5.1 Datamaterialet

Av datamaterialets 26743 bostedsbaserte rundturer er det 6841 arbeidsreiser (26 prosent). Av disse observasjonene blir et varierende antall ekskludert av ulike grunner (manglende eller urealistiske LoS-data for valgt alternativ, valgt alternativ ikke tilgjengelig osv). På det meste blir 5,1 prosent av turene ekskludert slik at det er 6475 brukbare observasjoner. En grunn til at antall ekskluderte observasjoner varierer er at i modeller hvor periodekort for kollektivtrafikken behandles særskilt (se kapittel 5.5.3), så ekskluderes også andre reisemåter for periodekortinnhavere dersom kollektivtrafikk ikke er tilgjengelig. Vi må anta at dersom en person ikke har tilgang til kollektivtransport etter de kriterier som benyttes, så vil vedkommende heller ikke ha periodekort og i stedet benytte andre reisemåter.

Når periodekort behandles særskilt har vi en observert fordeling som i tabell 5.6.

Tabell 5.6. *Arbeidsreisenes fordeling på reisemåte og periodekort*

	Uten periodekort	Med periodekort	I alt	Prosent
Bilfører	3978	33	4011	61,9
Bilpassasjer	365	24	389	6,0
Kollektivt	376	662	1038	16,0
Sykkel	417	8	425	6,6
Gang	604	8	612	9,5
I alt	5740	735	6475	100,0
Prosent	88,6	11,4	100,0	

TØI-rapport 766/2005

Det fremgår her at 64 prosent av de som reiser kollektivt til og fra arbeid benytter periodekort. Videre er det slik at ca 10 prosent av de som har periodekort benytter en annen reisemåte enn kollektivtrafikk den dag de rapporterte arbeidsreisen.

Tabell 5.7. Fordeling på reisemåter for kvinner og menn. Prosent

Reisemåte	Menn	Kvinner	Totalt
Bilfører	69,6	53,2	61,9
Bilpassasjer	3,3	9,1	6,0
Kollektivt	13,1	19,4	16,0
Sykkel	6,3	6,8	6,6
Gang	7,6	11,6	9,5
Sum	100,0	100,0	100,0
Antall observasjoner	3465	3010	6475

TØI-rapport 766/2005

Tabell 5.7 viser fordelingen på reisemåter for hhv menn og kvinner. Relativt sett er kvinner oftere bilpassasjer og benytter hyppigere kollektivtransport eller går til arbeid. Det kan altså være god grunn til å segmentere på kjønn når det gjelder reisemiddelvalg.

Ulik fordeling på reisemåter vil også påvirke avstandsfordelingen for hhv menn og kvinner, men tabell 5.8 viser også at kvinner i gjennomsnitt reiser kortere for alle reisemåter. Dette gjelder også for sykkel, som ikke er med i tabellen. Gjennomgående kortere reiseavstand for kvinner enn menn for motoriserte reisemåter kan skyldes at kvinner har lettere for å finne en passende arbeidsplass nær hjemmet og/eller at de legger større vekt på reisetid og/eller reisekostnader. Mest markert er forskjellen når det gjelder "Bilpassasjer". Forholdet for arbeidsreiser er vel gjerne at menn kjører og kvinner er passasjer en del av veien og blir satt av eller plukket opp nærmere hjemmet. Mannlige bilpassasjerer har en reiselengdefordeling som er vesentlig mer lik avstandsfordelingen for mannlige bilførere.

Tabell 5.8. Fordeling på reiseavstand for menn og kvinner. Prosent.

Km	Alle reisemåter		Bilfører		Bilpassasjer		Kollektivt	
	Menn	Kvinner	Menn	Kvinner	Menn	Kvinner	Menn	Kvinner
0-10	52,7	63,1	47,7	56,0	49,1	68,1	35,6	46,3
10-20	22,8	22,2	26,2	27,2	19,8	20,1	25,1	29,5
20-30	11,3	8,5	12,4	9,9	14,7	6,2	15,8	13,9
30-40	6,2	2,9	6,5	3,6	6,9	2,2	11,2	3,9
40-50	3,0	1,9	3,2	1,8	2,6	2,6	5,5	3,8
50+	4,0	1,4	4,1	1,6	6,9	0,7	6,8	2,6
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
N=	3465	3010	2441	1600	116	273	455	583

TØI-rapport 766/2005

Når det gjelder periodekort, så vil dette økonomisk sett være mer gunstig jo lenger arbeidsreisen er. Tabell 5.9 viser reiselengdefordeling for personer med periodekort for kollektivtransport (alle reisemåter) og for kollektivreiser uten periodekort.

Tabell 5.9. Reiselengdefordeling på arbeidsreiser for respondenter med periodekort og for kollektivreiser der respondenten ikke har periodekort. Prosent.

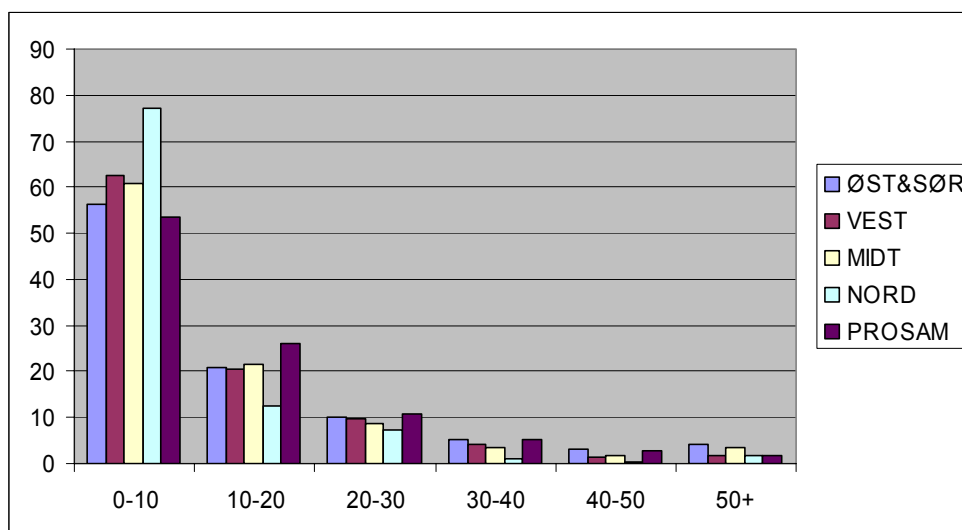
Reiselengde, km	Menn		Kvinner	
	Med periodekort ¹⁾	Kollektivreiser uten periodekort	Med periodekort ¹⁾	Kollektivreiser uten periodekort
00-10	31,5	46,5	41,0	58,0
10-20	24,3	26,1	31,1	26,0
20-30	17,7	13,4	15,7	9,6
30-40	12,3	7,0	4,7	2,7
40-50	5,7	4,5	4,5	2,3
50+	8,4	2,5	3,0	1,4
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0
Andel	0,680	0,320	0,647	0,353
N=	333	157	402	219

1) Alle reisemåter
TØI-rapport 766/2005

Vi ser at reisene gjennomgående er lenger for periodekort og at forskjellen på menn og kvinner holder seg for begge kategorier når det gjelder reiselengde. Andelene er imidlertid forholdsvis like. Kvinner uten periodekort har imidlertid en relativt høy andel korte kollektivreiser.

Figur 5.3 viser turlengdefordelingen for de ulike regioner. PROSAM, som bare omfatter Oslo og Akershus, skiller seg ut med relativt mange reiser i intervallet 10-30 km, noe som sikkert reflekterer pendlingen mellom Oslo og kommuner i Akershus. Region Nord har relativt stor andel reiser under 10 km, noe som både kan reflektere en reelt sett høyere andel i dette intervall og at grunnkretsene her er relativt store slik at mange reiser blir soneinterne.

Figur 5.3. Turlengdefordeling for arbeidsreiser i regionene

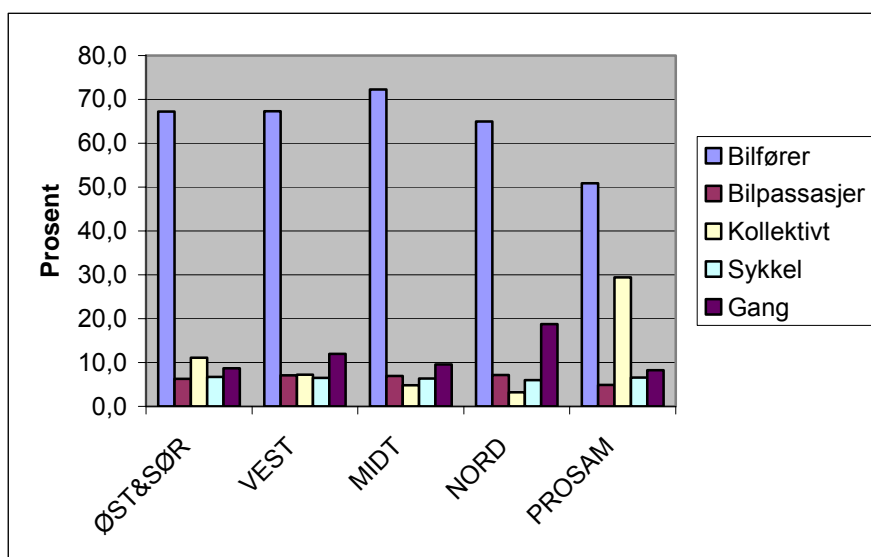


TØI-rapport 766/2005

Figur 5.4 viser reisemiddelfordelingen i regionene. Igjen skiller PROSAM seg ut med en relativt høy kollektivandel, mens Region Nord skiller seg ut med en høy

andel gang. Det siste kan tyde på at man her reelt sett har en høyere andel korte reiser og at avstandsfordelingen i liten grad reflekterer sonestørrelsen.

Figur 5.4. Fordeling på reisemåter i regionene



TØI-rapport 766/2005

En "god" modell bør være slik at den både fanger opp strukturelle forskjeller i reisemiddelfordeling og avstandsfordeling mellom menn og kvinner og også regionale forskjeller.

5.5.2 Spesielt om kostnadene ved arbeidsreiser

I forhold til modeller for valg av reisemåte og destinasjon for andre reisemål, skiller arbeidsreiser seg ut først og fremst knyttet til spesifisering av kostnadene. Det gjelder både for valgt destinasjon og for alternative destinasjoner og skyldes følgende forhold:

- Muligheter for, og eventuelle kostnader ved, parkering ved arbeidsstedet er viktig for arbeidsreiser og vi vet at dette varierer mye med destinasjon. RVU har opplysninger om parkeringsforhold ved arbeidsstedet (type parkeringsplass og gratis/avgift), men ikke størrelsen på en eventuell parkeringsavgift. 80 prosent av dem som i prinsippet kan benytte bil (har førerkort og bil i husholdet) har gratis parkering uten plassproblemer. Mangel på avgiftsinformasjon og manglende informasjon om alternative destinasjoner, gjør at parkeringskostnad eller annen spesifikk informasjon om parkeringsforhold ikke kan benyttes som variabel ved estimering. For å forsøke å fange opp noe av parkeringseffekten har vi, som tidligere nevnt, tatt med dummyvariable for arbeidsplasstetthet.
- Det spørres om ulike former for økonomisk støtte fra arbeidsgiver til arbeidsreisen. 14 prosent av de yrkesaktive respondentene i RVU har en eller annen form for støtte. Slik støtte er selvsagt relevant for valg av reisemåte til valgt destinasjon. Spørsmålet er om man skal regne med samme betingelser for alle destinasjoner eller om støtten er spesifikk for

den valgte destinasjon. Noen vil antagelig ha et yrke eller en funksjon hvor det er realistisk å forutsette ”støtte” for alle destinasjoner, mens det for andre vil være en urealistisk forutsetning. Uansett hvordan man behandler dette blir derfor valgbetingelsene når det gjelder kostnad feilspesifisert for noen av observasjonene.

- Anskaffelse av periodekort for kollektivtransport er en ”langiktig” beslutning. For en fulltids yrkesaktiv med tilgang til bil, vil det normale være at man kjøper periodekort hvis man i en periode regner med å benytte kollektivtrafikk til arbeidsreisen ganske hyppig. Vi finner likevel at ca 10 prosent av dem som har periodekort har valgt en annen reisemåte enn kollektivtrafikk på registreringsdagen og at bare 64 prosent av dem som har reist kollektivt har periodekort, selv om periodekort åpenbart lønner seg dersom man har daglige reiser med kollektivtransport. Vi må imidlertid huske at mange (særlig kvinner og studenter) jobber deltid. Da vil det sjelden lønne seg å anskaffe periodekort for arbeidsreisen. Videre vil lønnsomheten av et periodekort avhenge av antall fridager i perioden. Hvorvidt periodekort anskaffes vil også kunne avhenge av om kortet forventes å bli benyttet for andre reiser enn arbeidsreisen. Dette er mest aktuelt for personer med dårlig tilgang til bil og personer som har et spesielt godt kollektivtilbud.

For den dag vi faktisk har registrert, vil kollektivreisen med periodekort i praksis være gratis. Det vanlige er å tilordne en daglig kostnad, f.eks månedskortpris/22, for de som har periodekort. Dette innebærer at man ikke utnytter den informasjon som ligger i at kollektivtrafikk faktisk er gratis når kortet først er anskaffet. Samtidig vil disse personer få lavere kostnad for kollektivtrafikk enn de som tilordnes full pris/klippe kortpris, og denne praksis kan få konsekvenser for kostnadsparameteren som estimeres.

På den annen side - skal man utnytte den informasjon som ligger i at kollektivtransport faktisk er gratis på registreringsdagen, kan man ikke uten videre behandle alle destinasjoner på samme måte. Da vil personer med periodekort få nullpris til alle destinasjoner. Hvis man opererer med en kostnad for å reise kollektivt som er månedskortpris dividert på antall arbeidsdager for dem som har periodekort, så bør – logisk sett – denne kostnad inngå i alle reisemåter for dem som har kort, altså også for de 10 prosent som har valgt andre reisemåter. Når det gjelder kostnadene ved kollektivtransport kommer vi nærmere inn på dette i neste kapittel, hvor en nye metode for å håndtere periodekort beskrives.

- Utgifter til arbeidsreiser var fradragberettiget i inntekten med det beløp som oversteg 8800 kr i 2001. Sjablonmessig regner man nå med 230 arbeidsdager og en kostnad på kr 1,40 pr km. Dette medfører at for reiseavstander utover 27 km tur/retur vil man få et inntektsfradrag på kr 1,40 pr km. Hvor mye dette vil redusere kostnadene i forbindelse med destinasjonsvalg vil avhenge av marginalskatten. Det er benyttet en marginalskatt på 40 prosent, som kan være et brukbart gjennomsnitt for yrkesaktive i fulltids jobb (dvs $kr\ 0,4 * 1,40\ pr\ km = kr\ 0,56\ pr\ km$ utover 13,5 km hver vei). Skattemessig kan man også få fradrag for bompenger og utgifter til ferge dersom det er ”nødvendig” å benytte bil. Fradraget

gjelder bare når disse utgifter overstiger 3000 kr pr år. Vi har imidlertid et problem fordi vi ikke har noe godt skille mellom yrkesaktive på heltid og deltid. En person som er yrkesaktiv på deltid vil ikke nødvendigvis arbeide 230 dager i året. På den annen side er det et spørsmål om skattemyndighetene i praksis har mulighet for å skille her.

- En del bilførere har passasjerer med på turen, gjennomsnittsbelegget i bilene er ca 1,1 for arbeidsreiser. Skal man da fordele bilkostnaden på antall personer og hvordan skal man i så fall behandle alternative destinasjoner? I en husholdning med f eks 2 yrkesaktive kan ett eller begge arbeidssteder være valgt på grunn av den mulighet det gir å samordne arbeidsreise med bil. Da vil det opplagt ikke være korrekt å dele bilkostnad på 2 for alle destinasjoner. Vi har i modellen valgt å dele på kostnadene til valgt destinasjon (jfr RVU), mens bilfører tar hele kostnaden til alternative destinasjoner. Vi forutsetter dermed at destinasjonsvalget foretas som om personen regner med å kjøre bil alene. Eventuelle passasjerer belastes med gjennomsnittskostnad per person i bilen.

Andre ganger kan passasjerer bli tatt med mer tilfeldig, uten at noen kostnadsdeling er aktuell i det hele tatt. Da er beslutning om reisemåte og destinasjon tatt helt uavhengig av passasjerbelegg. For personer med periodekort bør vi kanskje regne med at dersom de reiser som bilpassasjer så vil de ikke betale noe for turen (bortsett fra eventuelle ekstra ferge- og bompenger knyttet til antall passasjer). I modellen for arbeidsreiser er dette implementert.

- For personer som jevnlig benytter egen bil til arbeidsreisen vil det være realistisk å forutsette at rabattmuligheter for ferger og bompenger utnyttes. For en person som har periodekort for kollektivtrafikk og likevel benytter bil vil dette trolig være urealistisk. Da må vi regne med at det er mer tilfeldig at bilen benyttes. Vi har derfor ikke lagt inn rabatt for disse.

Det er altså en rekke forhold som gjør at det er vanskeligere å beregne riktig reisekostnad for arbeidsreiser enn reiser med andre formål. Man er nødt til å gjøre mer eller mindre realistiske forutsetninger, noe vi kommer tilbake til etter hvert.

5.5.3 Simultan modellering av reisemåte/destinasjon og periodekortinnehav

Den enkle (og mest vanlige) måten å håndtere periodekort på, er uten tvil å benytte månedskortspris dividert på antall reisedager som kostnad for de som har periodekort. Dette gjøres for alle destinasjoner. For de som har valgt kollektivtransport uten periodekort antas enkeltbillett, eventuelt klippekort, for alle destinasjoner. For de som benytter andre reisemåter til valgt destinasjon forutsettes periodekort for kollektivtransport både til valgt og til alternative destinasjoner.

Denne praksis har flere ulemper:

- Man får ikke tatt hensyn til at kollektivtransport vil oppfattes som gratis på registreringsdagen av de som har periodekort. Vi må anta at det delvis er

effekten av ”gratis” kollektivtrafikk som reflekteres når vi i tabell 5.5 finner en kollektivandel for periodekortinnehavere på ca 90 prosent.

- Personer med periodekort som har valgt en annen reisemåte enn kollektivtransport gjør sannsynligvis dette mer sporadisk. Det er derfor rimelig at de ikke kan utnytte rabattmuligheter når det gjelder bompenger og ferger.
- Personer med periodekort som er bilpassasjer vil trolig ikke være med å dele på bilkostnadene siden skyssen normalt vil være ”tilfeldig” (det passer å sitte på med et annet medlem av husholdningen, en nabo eller en kollega den aktuelle dagen, men dette er ikke vanlig).

Grunnen til å anskaffe periodekort er primært en kostnadsbesparelse i forhold til å betale pr reise. I tillegg er periodekort en bekvem betalingsform og økonomisk gunstig hvis kollektivtransport benyttes hyppig også for andre reisemål. Forhold utover kostnadsdifferensen for kollektivreiser som kan bidra til å ”forklare” periodekortinnehav kan være dårlig biltilgang og deltidsarbeid.

I modellen for arbeidsreiser har vi behandlet reiser med periodekort som et eget nest med en egen logsumparameter. Dette innebærer at vi får 5 ekstra nyttefunksjoner, én for hver reisemåte (se figur 5.5). De øvrige nyttefunksjoner multipliseres også med samme logsum parameter for å bringe dem på samme nivå (et ”dummy-nest”). Dette er nødvendig for å få korrekte generiske parametere.

Alle nyttefunksjoner for periodekort har kostnad for periodekort (månedskortpris dividert på 22) som variabel. Prisen for kjøp av månedskort får en egen parameter. Dette kan begrunnes med at periodekort innebærer et relativt stort kontantutlegg hvor det i tillegg er usikkert hvor mange reiser det faktisk vil kunne benyttes for. Kombinasjonen av stort kontantutlegg og usikkerhet mht bruk gjør at én krone anvendt til periodekort vil kunne vurderes forskjellig fra én krone i kontantutlegg for en reise.

For bilførere med periodekort forutsettes det at de ikke har rabatt for bompenger eller ferge. For bilpassasjerer forutsettes det at de bare betaler bompenger og ferge (uten rabatt), mens de ellers ikke er med å dele bilførers kostnader. Kollektivtrafikanter med periodekort har ikke utgift til enkeltbillett/klippekort.

Fordelen med å operere med et eget nest for periodekort er flere:

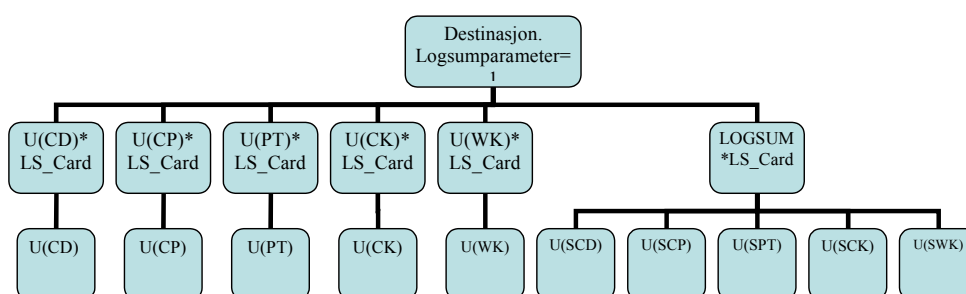
- Valgbetingelsene blir så langt mulig korrekt spesifisert og vi bryter samtidig en del av korrelasjonen mellom reisetid og kostnad. Prisen på periodekort påvirker destinasjonsvalget og valget mellom kort /ikke-kort for en gitt destinasjon, men for dem som velger periodekort fremstår kollektivtransport som gratis i forbindelse med reisemiddelvalget.
- Vi unngår problemet med spesifisering av kostnaden for kollektivtransport for alternative destinasjoner og for alternative reisemåter siden reiser med periodekort er egne alternativer.
- Vi kan differensiere kostnaden for bilførere og bilpassasjerer etter hvorvidt disse reisemåter benyttes sporadisk eller ikke. Dette bidrar også til å bryte opp korrelasjoner

- Vi får automatisk en modell for periodekortinnhav som kan benyttes i forbindelse med de øvrige reisemåter hvis arbeidsreisemodellen kjøres først.
- Det blir mulig å analysere effekter av å endre prisdifferansen mellom enkeltbillett/klippekort og periodekort med modellen. Prisdifferansen vil påvirke både kortinnhav og reisemiddelvalg.

5.5.4 Modellen

Modellstrukturen for arbeidsreiser er vist i figur 5.5. Forsøk med ulike trestrukturer (mode over destinasjon og omvendt) tyder på at denne modellen bør være *multinomisk* når det gjelder mode og destinasjon. Som nevnt tidligere har vi imidlertid introdusert et nest for periodekort. Nyttefunksjonene her (SCD, SCP, SPT, SCK, SWK) er nestet med logsumparameter LS_CARD. Nyttefunksjonene uten periodekort (CD, CP, PT, CK, WK) multipliseres med denne samme logsumparameteren slik at variable som er felles blir generiske.

Figur 5.5. Modellstruktur for arbeidsreiser



TØI-rapport 766/2005

I tabell 5.10 er modellen og dens parametre vist. Modellen er forholdsvis beskjedent med hensyn til sosioøkonomisk segmentering. Det skilles mellom menn og kvinner og personer over og under 50 år. I tillegg er personer i alderen 13-17 år et eget segment når det gjelder innhav av periodekort, men denne gruppen er så liten at den kan droppes når modellen implementeres. En segmentering som ble vurdert, men droppet for å unngå for mange segmenter, er personer 25-34 år. Det viser seg at disse foretar relativt få bilreiser under 10 km og modellen overpredikerer nå bilreiser i dette avstandsbånd for denne aldersgruppen og underpredikerer for de andre avstandsbånd.

Det er relativt få variable som er geografisk spesifikke. Det kan benyttes flere dummyvariable for å fange opp geografiske forskjeller i reisemiddelvalg og avstandsfordeling, men antall observasjoner er ofte så lite at geografiske forskjeller kan skyldes tilfeldigheter selv om de i og for seg er signifikante.

Tabell 5.10. Multinomisk modell for arbeidsreiser med nest for periodekortinnhav

File	W11_fin110			
Final log (L)				-34898.6
Rho ² (0)				0.231
Koeffisient	Variabel	(nyttefunksjon)	Estimat*	T-verdi
Bil som fører				
CDF_TM	Biltid * kvinne	(CD, SCD)	-0.048	(-14.5)
CDM_TM	Biltid * mann	(CD, SCD)	-0.0318	(-14.1)
CDF_TM2	Biltid * kvinne * (alder 50+), tillegg over 50 år	(CD, SCD)	-0.0129	(-4.1)
CDM_TM2	Biltid * mann * (alder 50+), tillegg over 50 år	(CD, SCD)	-0.0098	(-4.6)
CD_TMD3	Biltid * rushtid * Oslo, tillegg rushtid Oslo	(CD, SCD)	-0.0183	(-7.2)
CD_XM	Dummy, delvis biltilgang * mann	(CD, SCD)	-1.28	(-11.3)
CD_XF	Dummy, delvis biltilgang * kvinne	(CD, SCD)	-1.72	(-13.8)
CD_FF	Dummy, flere besøk (sekundær destinasjon)	(CD, SCD)	0.72	(7.4)
CD_PA5	Dummy, parkeringskategori 5 * ifbil	(CD, SCD)	-0.307	(-4.3)
CD_PA6	Dummy, parkeringskategori 6 * ifbil	(CD, SCD)	-0.979	(-9.6)
CD_00	Konstant	(CD, SCD)	0.454	(3.5)
Bil som passasjer				
CPF_TM	Biltid * kvinne	(CP, SCP)	-0.0884	(-16.9)
CPM_TM	Biltid * mann	(CP, SCP)	-0.0526	(-11.9)
CP_FEM	Dummy, kvinne	(CP, SCP)	2.16	(11.5)
CP_D3	Dummy, destinasjon Oslo	(CP, SCP)	-0.977	(-5.0)
CP_00	Konstant	(CP, SCP)	-4.73	(-18.7)
Kollektivtransport				
PTF_TM	Ombortid * kvinne	(PT, SPT)	-0.0274	(-13.7)
PTM_TM	Ombortid * mann	(PT, SPT)	-0.0217	(-12.5)
PT_WAIT	Ventetid (formulert som kvadratroten av v.tid)	(PT, SPT)	-0.153	(-4.6)
PT_AC	Gangtid	(PT, SPT)	-0.0246	(-7.9)
PT_WE	Dummy, lørdag og søndag	(PT, SPT)	-0.855	(-3.7)
PT_FEM	Dummy, kvinne	(PT)	0.217	(1.6)
PT_LT10	Dummy, bildistanse ≤ 10km	(PT)	0.651	(4.8)
PT_00	Konstant	(PT, SPT)	-1.6	(-6.6)
Sykkel				
CK_DS	Sykkeldistanse	(CK, SCK)	-0.207	(-16.0)
CKF_DS	Sykkeldistanse * kvinne, tillegg hvis kvinne	(CK, SCK)	-0.0631	(-4.9)
CK_VN	Dummy, Vestlandet og Nord-Norge	(CK, SCK)	-1.06	(-5.3)
CK_FY3	Dummy, bosted Oslo	(CK, SCK)	-0.319	(-2.0)
CK_WIN	Dummy, vinter	(CK, SCK)	-1.83	(-9.6)
CK_00	Konstant	(CK, SCK)	-1.03	(-6.4)
Gang				
WK_DS	Gangdistanse	(WK, SWK)	-0.492	(-17.7)
WK_RT5	Dummy, spredtbygd strøk (region nord)	(WK, SWK)	-0.364	(-2.5)
WK_FY3	Dummy, bosted Oslo	(WK, SWK)	0.33	(2.2)
WCK_50up	Dummy, alder 50 år og over	(CK, WK, SCK, SWK)	0.353	(3.4)
Generiske				
GA_CO	Kostnad	(Alle bortsett fra WK og SWK)	-0.0344	(-16.5)
GC_FV	Ventetid ferge, kvadratrot	(CD, CP, SCD, SCP)	-0.052	(-1.2)
GA_COSP	Kostnad, månedskort/22	(SCD, SCP, SPT, SCK, SWK)	-0.048	(-13.0)
GSC_LT18	Dummy, alder under 18 år	(SCD, SCP, SPT, SCK, SWK)	-2.78	(-5.4)
GSC_D3	Dummy, destinasjon Oslo	(SCD, SCP, SPT, SCK, SWK)	1.26	(8.5)
GSC_D2	Dummy, dest. Akershus	(SCD, SCP, SPT, SCK, SWK)	0.597	(3.3)
GSC_NOCA	Dummy, ikke biltilgang	(SCD, SCP, SPT, SCK, SWK)	0.892	(6.6)
SC_03	Konstant	(SCD, SCK, SWK)	-4.27	(-19.6)

Tabellen fortsetter...

Destinasjon				
APMAHI	(Andel syss. i nær. med høy andel menn) * mann	(alle)	0.398	(4.0)
APMALO	(Andel syss. i nær. med høy andel kvinner) * mann	(alle)	-1.03	(-9.3)
APFEMLO	(Andel syss. i nær. med høy andel menn) * kvinne	(alle)	-0.923	(-6.9)
APFEMHI	(Andel syss. i nær. med høy andel kvinner) * kvinne	(alle)	0.492	(5.3)
Destinasjon (size)				
LN_SYSS	Ln(antall sysselsatte i sonen)	(alle)	1	(*)
Logsummer				
LSMODE	LOGSUM, mode		1	(*)
LSCARD	LOGSUM, periodekort		0.814	(22.2)

* For arbeidsreiser avviker parametrene som er implementert noe fra de som er vist i figuren, da de er basert på Alogits log-fil fra siste iterasjon (mens de viste parametre er fra Alogits standard rapport-fil, som gjelder nest siste iterasjon). Det er imidlertid svært små forskjeller.

TØI-rapport 766/2005

Det er også estimert en modell som er mest mulig lik modellen i tabell 5.9, men uten nest for periodekort. Det viser seg at denne gir vesentlig lavere tidsverdier, omtrent det halve av det modellen med nest for periodekort gir. Dette kan tyde på at modeller for arbeidsreiser uten eget nest for periodekort kan innebære en relativt alvorlig feilspesifikasjon.

Implisitte tidsverdier for den valgte modell er vist i tabell 5.11. For bilfører segmenteres det i modellen på menn og kvinner over og under 50 år, samtidig som det er et tillegg i tidsverdier dersom bilreisen foretas til destinasjoner i Oslo i rushtiden. Denne parameteren kan reflektere både en ekstra ulempe knyttet til kjøring under køforhold og ekstra kjøretid i rushtiden, da kjøretidsvariabelen angir kjøretid i ubelastet nett.

Tabell 5.11. Implisitte tidsverdier for bostedsbaserte arbeidsreiser

Implisitt tidsverdi	Kr/time
Bilfører (CD) mann, under 50 år	55
Bilfører (CD) kvinne, under 50 år	84
Bilfører (CD) mann, 50 år og over	73
Bilfører (CD) kvinne, 50 år og over	106
Bilfører (CD), tillegg destinasjon Oslo i rush	32
Bilpassasjer (CP) mann	92
Bilpassasjer (CP) kvinne	154
Kollektiv (PT) ombordtid, mann	38
Kollektiv (PT) ombordtid, kvinne	48
Kollektiv (PT) gangtid	43
Kollektiv (PT), ventetid ved 5 minutters ventetid	60
Kollektiv (PT), ventetid ved 30 minutters ventetid	24
Kollektiv (PT), ventetid ved 60 minutters ventetid	17

TØI-rapport 766/2005

Bilpassasjerer får høyere tidsverdier enn bilførere. Dette reflekterer neppe at det å være bilpassasjer er mer ukomfortabelt enn å være bilfører, snarere at bilpassasjerer gjennomgående reiser kortere enn bilførere. Dette skyldes at de ofte er passasjer bare en del av turen bilfører kjører, ved at de blir plukket opp eller satt av underveis. Kollektivtrafikk har lavere tidsverdier enn bilfører og dette kan trolig tolkes i retning av komfortforskjeller i forhold til det å være bilfører. På

grunn av relativt få observasjoner for kollektivtrafikk ble det her ikke gjort noe forsøk på segmentering etter alder og tester (apply-kjøringer) av datamaterialet viste heller ikke noen større systematiske forskjeller som skulle gi grunnlag for dette. For bilførere ligger gjennomsnittlig (veiet) tidsverdi i området 76-79 kr. Dette virker ganske rimelig på bakgrunn av andre estimater som finnes for tidsverdier.

Kvinner har gjennomgående høyere tidsverdier enn menn. Differensiering av tidsparametere på kjønn ble først forsøkt som en proxy for inntektsforskjeller, men forskjellen er motsatt av det man skulle forvente ut fra forskjeller i inntekt. Forskjellen er også større mellom kvinnelige og mannlige bilførere enn mellom kvinnelige og mannlige kollektivtrafikanter. I tillegg finner vi at eldre bilførere (over 50 år) har høyere tidsverdier enn yngre. Det er flere mulige forklaringer på de forskjeller vi finner i tidsverdiene:

- Kvinner har gjennomgående et strammere tidsbudsjett enn menn. Tidsverdistudier viser f.eks. at kvinner bruker mer tid på husarbeid og omsorg for barn og eldre enn menn selv når de er fulltidsarbeidende.
- Kvinner kan gjennomgående ha bedre muligheter for å få arbeid nær hjemmet enn menn. I så fall vil forskjellen i tidsparametere reflektere at sønners attraktivitet som mål for arbeidsreiser for henholdsvis menn og kvinner ikke er godt nok spesifisert.
- Kvinner oppfatter gjennomgående ulempen ved å kjøre bil som større enn det menn gjør og dette forsterkes med alderen.
- Eldre personer (her over 50 år) kan ha tilpasset seg ”bedre” enn yngre når det gjelder kombinasjon av bosted og arbeidssted. Dette gir grunnlag for kortere arbeidsreiser uavhengig av eventuelle forskjeller i tidsverdier.

Det er godt mulig at vi har å gjøre med en blanding av alle disse forhold. Uansett vil forskjeller i tidsparametere bidra til systematiske forskjeller både når det gjelder reisemiddelvalg og destinasjonsvalg for menn og kvinner.

5.5.5 Variablene i modellen

I det følgende ser vi nærmere på de enkelte variablene som inngår i den endelige modellen for arbeidsreiser.

Bilfører

Modellen er estimert med separate kjøretidskoeffisienter for hhv kvinnelige (**CDM_TM**) og mannlige (**CDM_TM**) **bilførere**, hvor kvinner viser størst følsomhet for kjøretid (jfr. diskusjon over). For hvert kjønn er det estimert en tilleggsparemeter for personer over 50 år (**CDM_TM2** og **CDM_TM2**). Negativt fortegn på disse innebærer at eldre legger større vekt på tiden som brukes i bil enn de som er under 50 år. Parameterne for reisetid er for øvrig også indirekte kommentert under omtalen av implisitte tidsverdier.

Parameteren for reisetid med bil når destinasjonen er en sone i Oslo (**CD_TMD3**) er en ad hoc løsning for å ta høyde for at reisetider er beregnet for ubelastet nett. Man kunne i og for seg tenkt seg å korrigere enda mer, f.eks. med egen parameter for bilturer som medfører gjennomkjøring i Oslo, dvs. mellom ulike sektorer i

Akershus. Forsøk med dette gav en parameter med korrekt fortegn, lav verdi og en t-verdi på "grensen". Denne variabel ble derfor droppet av hensyn til effektiv implementering. Uansett bør en modell som skal benyttes til analyser i Oslo-området benytte kjøretider med belastet nett, og da bør man kunne benytte de ordinære parametere for kjøretid.

Konstantleddet i nyttefunksjonene for bilfører er normert til "full biltilgang". Personer med delvis biltilgang (GBTF: førerkort, men antall førerkort < antall biler i husholdningen) har mindre sannsynlighet for å være bilfører, men denne effekt er mindre for menn (**CD_XM**) enn for kvinner (**CD_XF**). Det er også en klar tendens til at bilfører får høyere sannsynlighet som reisemåte dersom arbeidsreisen kombineres med besøk andre steder, dvs har flere formål/destinasjoner (**CD_FF**).

Indikatorene på "parkeringsproblemer" får signifikante parametere for kategori 5 (**CD_PA5**) og kategori 6 (**CD_PA6**). Størrelsen på **CD_PA6** er ekvivalent med en parkeringsavgift på 29 kr pr arbeidsdag og virker slik sett ganske rimelig. De tilhørende dummyvariable er null hvis respondenten har firmabil siden vi da må anta at det er sikker og gratis parkering uavhengig av parkeringsforholdene i sonen.

Bilpassasjer

Også for **bilpassasjerer** har vi separate kjøretidskoeffisienter for kvinner (**CPF_TM**) og menn (**CPM_TM**), med størst følsomhet for kjøretid for kvinner. Parametere for reisetid blir vesentlig høyere enn for bilfører. Dette er nærmere kommentert tidligere i forbindelse med tidsverdiene i tabell 5.10.

Kvinner har en høyere tilbøyelighet til å være bilpassasjer enn menn (**CP_FEM**). En grunn til dette er at når en mann og en kvinne kjører sammen i en bil, så er det en tendens til at mannen kjører. Et annet forhold som slår ut i dette materialet er at kvinner i gjennomsnitt reiser kortere enn menn. Når to reiser sammen i en bil er det naturlig at den som har lengst reise som oftest kjører bilen.

I nyttefunksjonen for bilpassasjer inngår det en geografisk dummy. Parameteren for denne (**CP_D3**) viser at bilpassasjer er mindre sannsynlig som reisemåte dersom destinasjonen er en sone i Oslo enn ellers. Bakgrunnen for dette kan bli å være:

- I Oslo-området er det en større andel én-person hushold enn ellers og bilpassasjerer sitter ofte på med andre husholdsmedlemmer.
- Arbeidsplassene finnes mer spredt enn ellers slik at det er mindre sannsynlig at to personer har samme reiserute.
- Køproblemer medfører at det ofte vil være relativt stor forsinkelse forbundet med omveier for å ta opp eller sette av passasjerer, dvs det er en større ulempe for bilførere å ta med passasjerer.

Ellers er jo en "nyttefunksjon" for bilpassasjer generelt en litt merkelig sak. To personer (og dermed to nyttefunksjoner) må jo være involvert dersom en person skal kunne reise som bilpassasjer.

Kollektivtrafikk

Også for **kollektivtrafikanter** finner vi høyere tidsparametre for kvinner (**PTF_TM**) enn for menn (**PTM_TM**).

LoS-variablene for kollektivtrafikk får alle korrekt fortegn og rimelig størrelse på parameterne. For ventetid har vi valgt å benytte kvadratroten av total ventetid fremfor å splitte på "åpen" og "skjult" ventetid. Parameteren (**PT_WAIT**) må divideres med kvadratroten av ventetid for å finne effekten av ett ekstra minutt ventetid. Denne effekt avtar altså med lengden på ventetiden. Ved 15 minutters ventetid (7.5 min hver vei, tilsvarende 15 min mellom avganger) vurderes et ekstra minuts venting til -0.041, mens dette synker til -0.02 ved 60 minutters ventetid (30 minutter hver vei, dvs tilsvarende 60 min mellom avganger). Gangtid får en parameter (**PT_AC**) av samme størrelsesorden som ombordtid.

Mange undersøkelser viser at overganger vurderes negativt i seg selv, uavhengig av den ventetid og eventuelle gangtid som er involvert. Det var ikke mulig å få en signifikant parameter med riktig fortegn for antall overganger eller en dummy for antall overganger >0 og denne variabel måtte derfor utelates. Problemet skyldes muligens at overganger (i datamaterialet) først og fremst forekommer i Oslo-området hvor kollektivandelen også er spesielt høy. For ombordtid skiller det altså mellom menn og kvinner siden forskjellen er statistisk signifikant selv om den ikke er dramatisk stor.

For reiser på lørdager og søndager er kollektivtrafikk mindre sannsynlig enn ellers (**PT_WE**). Det er trolig tre grunner til dette:

- Kollektivtilbudet i helgene er jevnt over dårligere enn det som er kodet (har benyttet kollektivtilbudet midt på dagen på hverdager også for helger).
- Det er mindre konkurranse om husholdningens bil/biler.
- Parkerings- og køproblemer er mindre i helgene og enkelte steder betales heller ikke bompenger i helgene.

To variable inngår bare i nyttefunksjonene for kollektivtrafikk uten periodekort. En dummy-variabel for distanse under 10 km er nødvendig for at avstandsfordelingen her skal stemme (**PT_LT10**). Dette skyldes muligens at kollektivtrafikk uten kort er særlig aktuelt for deltidsarbeidende som gjennomgående trolig har kortere arbeidsreiser enn fulltidsarbeidende. Det samme er kanskje grunnen til at kvinner har en viss preferanse for dette alternativ (**PT_FEM**).

Sykkel

Parameteren for **sykkeldistanse** (**CK_DS**) er naturlig nok lavere enn for gang (se neste avsnitt), og kvinner påvirkes sterkere av avstand på sykkel enn menn (negativt fortegn på **CKF_DS**, som gir et tillegg i distanseparameteren). Én kilometer på sykkel er ekvivalent med en kostnad på kr 6 pr km for menn og kr 8 pr km for kvinner.

Nyttefunksjonene for sykkel har også 2 geografiske dummyvariable. Folk har svakere preferanser for sykkel på Vestlandet og i Nord-Norge (**CK_VN**), trolig på grunn av klima og topografi. I Oslo er man også mindre tilbøyelig til å bruke sykkel på arbeidsreisen (**CK_FY3**). En mulig forklaring på dette kan være at

trafikk tettheten gjør sykling lite attraktivt. Folk sykler, naturlig nok, mindre i vinterhalvåret enn ellers (**CK_WIN**).

Gang

Gangdistanse får presist bestemt parameter (**WK_DS**). Parameterverdien er ekvivalent med en kostnad på 14 kr per km.

Nyttefunksjonene for gang har ikke noe konstantledd, men 2 geografiske dummyvariable. Apply-kjøringer viste at "preferansene" for gang var lavere i spredtbygde strøk (**WK_RT5**), her definert som regiontype 5, og høyere i Oslo (**WK_FY3**) enn ellers. Videre viste det seg at personer over 50 år har en større tilbøyelighet til å gå eller sykle (**WCK_50up**). Dette må også ses i sammenheng med det som ble nevnt under kommentarene til tidsverdiene.

Generiske variable

Parameteren for månedskortpris/22 (**GA_COSP**) blir som forventet høyere enn for andre kostnader (**GA_CO**), og forskjellen innebærer at en krone anvendt på månedskort "vurderes til" kr 1.30.

Kvadratrotten av ventetid for ferge har en parameter (**GC_FV**) som ikke er signifikant forskjellig fra null. Det skyldes trolig først og fremst at ferge inngår i et meget lite antall valgte reiserelasjoner i materialet (0,5%), men kan også ha sammenheng med mangler i LoS-data når det gjelder ferger. Parameteren har imidlertid riktig fortegn og er av rimelig størrelsesorden og er derfor beholdt.

Det er 4 variable som inngår i alle nyttefunksjoner for periodekort. Det viser seg at alder under 18 år gir liten tilbøyelighet til å benytte periodekort (**GSC_LT18**). Grunnen er nok først og fremst høy andel deltidsarbeid blant de helt unge. For reiser med destinasjon Oslo er det vesentlig høyere andel periodekort enn ellers (**GSC_D3**). De tunge grupper her har periodekort for SL eller Oslo Sporveier. Det er ikke lett å peke på en spesiell grunn til den høye andel periodekort. Noe skyldes kanskje de overgangsmuligheter man har og at kort er spesielt hendig betalingsform når man reiser med baner. Med godt kollektivtilbud som i Oslo og Akershus (**GSC_D2**) vil man i større grad også benytte kollektivtransport til andre reiser, noe som selvsagt øker den økonomiske fordel ved månedskort. Ikke uventet har personer uten tilgang til bil større sannsynlighet for å anvende periodekort (**GSC_NOCA**) enn personer med tilgang til bil.

Parameteren **SC_03** inngår i nyttefunksjon for bilfører, gang og sykkel med periodekort. Hvis den også tas med for bilpassasjerer "ødelegges" kostnadsparameteren for periodekort. På den annen side er parameteren nødvendig for at modellen skal treffe brukbart når det gjelder fordeling mellom periodekort/ikke-periodekort.

Destinasjon

De fire parameterne **APMAHI**, **APMALO**, **APFEMLO** og **APFEMHI** bidrar til at soners attraktivitet som destinasjon varierer mellom menn og kvinner. I alle forsøkte modellspekifikasjoner har disse parametre vist seg å ha god forklaringskraft (relativt høye t-verdier) og når man ellers segmenterer på kjønn er det også naturlig å gjøre dette på arbeidsplastyper.

Modellen er testet ved såkalte apply-kjøringer for avstandsfordeling og reise-middelfordeling. Disse viser at modellen for landet totalt predikerer litt for få turer på de nederste avstandsbåndene (under 30 kilometer) og litt for mange reiser på avstander over dette, men avvikene er akseptable. For de enkelte regioner er det litt større prosentvise avvik i enkelte avstandsbånd, men fremdeles bør avstandsfordelingen betraktes som akseptabel.

På nasjonalt nivå treffer modellen så godt som eksakt på resemiddelfordelingen, men det ligger ”innebygget” i selve estimeringen når man har alternativspesifikke konstanter. For de enkelte regionstyper er det mindre prosentvise avvik, men innenfor akseptable grenser.

5.6 Valg av transportmiddel og destinasjon for bostedsbaserte tjenestereiser

Tjenestereisene er på mange måter en vanskelig reisehensikt å modellere. I de fleste tilfeller får den som reiser betalt for reisetiden og arbeidsgiver dekker kostnadene. I dette ligger det incentiver som i noen tilfeller kan medføre at den som reiser treffer valg som er privatøkonomisk lønnsomme, men som ikke er ”gunstige” for arbeidsgiver. I beregningen av LoS-matrisene for tjenestereisene er det forutsatt at trafikantene bare legger vekt på reisetid når reiseruten velges. I dette ligger en implisitt forutsetning om at arbeidsgiver faktisk lar trafikantene velge den raskeste reiseruten og tar kostnadene ved denne. Det forutsetter også at trafikantene er ”lojale” mot arbeidsgiver, i forstand av at de ikke treffer privatøkonomiske valg som gir egen gevinst (for eksempel differansen mellom faktiske reisekostnader og kilometergodtgjørelse).

Når det gjelder kostnader for kollektivtransport har vi data som sier om respondenten har periode/klippekort, men ikke om dette gjelder for den reisen som faktisk er gjennomført. For yrkesaktive er det kanskje rimelig å anta at kollektivkortet minst gjelder innenfor den avstand som er mellom bosted og arbeidssted. For tjenestereiser er det kanskje nærliggende å legge til grunn at bedriften belastes full enkeltbillettpris hvis ansatte bruker kollektivtransport. For ansatte som har månedskort er det likevel et spørsmål om man benytter dette hvis det er gyldig til destinasjonen for tjenestereisen, og i hvilken grad man skriver reiseregning og belaster arbeidsgiver for dette. En del bedrifter/foretak har (skrevne/uskrevne) regler om transportmiddelvalg på tjenestereiser og gir eksempelvis ut klippekort til de ansatte som skal reise kollektivt i nærområdet.

5.6.1 Datamaterialet

Av datamaterialets 26743 bostedsbaserte rundturer er det 750 tjenestereiser (3 prosent). 652 av disse rundturene er fra RVU2001 og 98 fra PROSAMs undersøkelse. Når datafilene leses til Alogit forkastes 66 observasjoner, i første rekke fordi det ikke er LoS-data til valgt destinasjon. Dette skyldes i hovedsak at reisene er lenger enn 100 km én vei. Noen observasjoner forkastes også fordi de har foretatt valg som ikke er tilgjengelig ifølge LoS-dataene.

Følgende tabell viser transportmiddelvalget i datamaterialet for tjenestereiser.

Tabell 5.12. Transportmiddelvalg for tjenestereiser

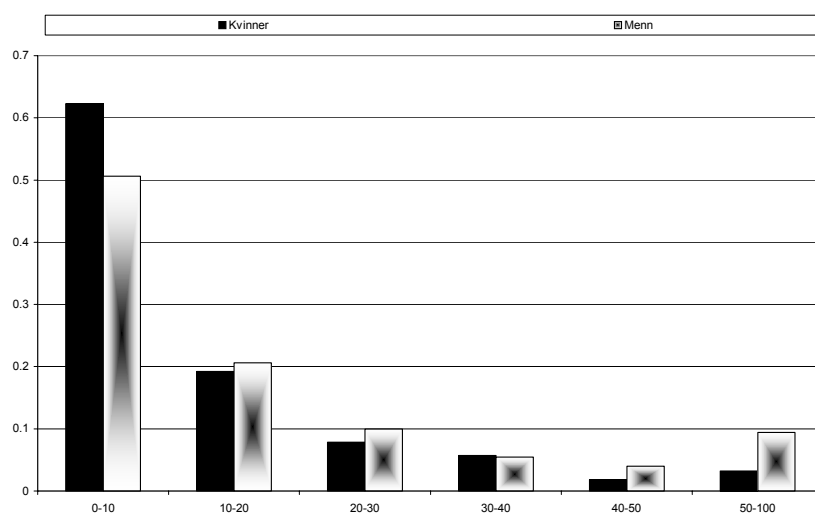
Alternativ	Valgt	Valgt, prosent	Ikke valgt	Tilgjengelig	Ikke tilgjengelig	Ikke tilgj, prosent
Bil, fører	473	69 %	139	612	72	11 %
Bil, passasjer	60	9 %	622	682	2	0 %
Kollektivtransport	55	8 %	316	371	313	46 %
Sykkel	30	4 %	549	579	105	15 %
Til fots	66	10 %	313	379	305	45 %
Totalt	684	100 %				

TØI-rapport 766/2005

Vi ser at det er flest observasjoner som bilfører (69 prosent) og at 9 prosent har valgt kollektivtransport, noe som bare utgjør 55 reiser i datamaterialet. Kollektivtransport er bare tilgjengelig for 54 prosent av observasjonene i materialet. Det er LoS-data som sammen med definisjonene av tilgjengelighet til kollektivtransport sørger for at destinasjoner ikke blir tilgjengelig med kollektivtransport. Den lave andelen med observasjoner hvor kollektivtransport er tilgjengelig indikerer at kollektivnettet kanskje ikke er så detaljert kodet som man skulle ønsket. Sykkel er tilgjengelig for 85 prosent og gang for 55 prosent av observasjonene. Ut fra kriteriene for ekskludering i datamaterialet innebærer dette 55 prosent av respondentene har reist til destinasjoner som er nærmere enn 10 km fra bostedet og at 85 prosent har målpunkter nærmere enn 30 km fra bostedet.

Figur 5.6 viser avstandsfordelingen for kvinner og menn i datamaterialet for tjenestereiser. Det er som vi ser en klar tendens til at menn reiser lengre enn kvinner. (skulle også hatt inne noe om forskjellig valg av transportmidler kvinner/menn).

Figur 5.6. Avstandsfordeling (én veg, til valgt destinasjon) etter kjønn



TØI-rapport 766/2005

5.6.2 Modellen

Tabell 5.13 viser den endelige modellen for bostedsbaserte tjenestereiser. Modellen er multinomisk modell, men det ble underveis også estimert varianter av denne modellen med trestrukturer. Varianten med destinasjonsvalget over transportmiddelvalget fikk en logsumkoeffisient som ikke var signifikant

forskjellig fra 1, mens varianten med transportmiddelvalget over destinasjonsvalget hadde en noe bedre log-likelihood-verdi enn den multinomiske. Kostnads-koeffisienten var imidlertid betydelig lavere i tallverdi og signifikans, noe som gir høyere implisitte tidsverdier. I og med at tidsverdiene allerede i utgangspunktet syntes noe høye, ble den multinomiske varianten foretrukket fremfor de strukturerte.

Tabell 5.13. Modell for valg av transportmåte og destinasjon for bostedsbaserte tjenestereiser

File			bus_495	
Observations			684	
Final log L			-3616.5	
D.O.F.			31	
Rho ² 0			0.157	
Rho ² c			-5.269	
Koeffisient	Variabel	Beskrivelse av variabel	Estimat	T-verdi
Bil som fører				
CD_TM	Car_TM	Kjøretid	-0.0305	-5.6
CD_TMMa	Car_TM*MALE	Kjøretid, tillegg hvis mann	0.0140	3.1
CD_FF	SEKDEST	Dummy for flere besøk (sekundær destinasjon)	0.7050	2.3
CD_FIBI	FBIL	Dummy for firmabil	1.1600	2.3
CD_FEMGBTF	FEMALE*GBTF	Dummy for kvinne hvis konkurranse om bilen (antall biler<antall førerkort)	-0.5290	-1.6
CD_FBTF	FBTF	Dummy for full biltilgang (antall biler >= antall førerkort)	0.6680	2.5
CD_1050	DST_10_50	Dummy for avstand mellom 10 og 50 km (én vei)	-0.4300	-3.9
CD_00		Konstantledd	0.2780	0.5
Bil som pass.				
CP_TM	Car_TM	Kjøretid	-0.0179	-3.0
CP_TMMa	Car_TM*MALE	Kjøretid, tillegg hvis mann	0.0100	1.8
CP_1050	DST_10_50	Dummy for avstand mellom 10 og 50 km (én vei)	-1.0300	-3.6
CP_00		Konstantledd	-2.0200	-3.7
Kollektivtransport				
PT_TM	PTr_TM	Kjøretid	-0.0143	-2.9
PT_TMMa	PTr_TM*MALE	Kjøretid, tillegg hvis mann	0.0068	1.7
PT_WAIT	SQRT(PTr_Wait)	Ventetid (formulert som kvadratroten av ventetid)	-0.2130	-2.0
PT_XF	PTr_Xfer	Antall omstigninger	-0.3050	-2.1
PT_AC	PTr_AETM	Gangtid	-0.0209	-2.1
PT_KK	KKORT	Dummy for innehav av klippekort	0.0068	1.7
PT_1040	DST_10_40	Dummy for avstand mellom 10 og 40 km (én vei)	-1.1700	-3.3
Sykkel				
CK_DS	WC_DST	Sykkeldistanse	-0.1460	-6.3
CK_00		Konstantledd	-1.3900	-2.4
Til fots				
WK_DS	WC_DST	Gangdistanse	-0.3330	-8.6
WK_00		Konstantledd	0.5520	1.0
Generiske				
GA_CO	Car_CST_C og PTr_CST_DM	Reisekostnad (hvv bil og kollektivtransport)	-0.0076	-5.0
GC_TMSBY	Car_TM*DSTBY	Reisetid, tillegg hvis destinasjon Oslo, Bergen, Stavanger og Trondheim	-0.0070	-1.9
GC_P5	PARK5D	Parkeringsindikator nivå 5	-0.7860	-4.2
GC_P6	PARK6D	Parkeringsindikator nivå 6	-1.0700	-4.4
Destinasjon				
Apfemlo	SHPBOL_K	Andel "mannsdominerte arbeidsplasser" i destinasjonen hvis kvinne	-0.5860	-2.4
Apmalo	SHHESOS_M	Andel "kvinnedominerte arbeidsplasser" i destinasjonen hvis mann	-0.6570	-3.5
FEMKinnt	FEMKOM	Dummy for kommuneintern reise hvis kvinne	0.5450	2.5
Destinasjon (size)				
L_S_M	NUMHOTS	Antall hoteller	1.0000*	
D_ANS	SYSARB	Totalt antall arbeidsplasser	-5.3700	-25.8

TØI-rapport 766/2005

Tabell 5.14 gir en oversikt over implisitte tidsverdier i modellen. Tabellen gir også anslag på gjennomsnittlige tidsverdier beregnet på bakgrunn i andeler av segmentene i datamaterialet.

Tabell 5.14. Implisitte tidsverdier og vekt faktorer i modell for tjenestereiser

	Kr/time	Vekt
Bilfører (CD) kvinne	241	
Bilfører (CD) mann (vekt ifht kvinne)	130	0.54
Bilpassasjer (CP) kvinne	141	
Bilpassasjer (CP) mann (vekt ifht kvinne)	62	0.44
Bilfører (CD) og bilpassasjer (CP), tillegg storby	55	
Kollektiv (PT), ombordtid kvinne	113	
Kollektiv (PT), ombordtid mann (vekt ifht kvinne)	59	0.52
Kollektiv (PT), gangtid (vekt ifht gjennomsnitt menn og kvinner)	165	2.0
Kollektiv (PT), overgang - NOK/overgang (vekt: ekvivalent ombordtidsreduksjon (min) gjennomsnitt menn og kvinner)	40	29.5
Kollektiv (PT), ventetid ved 5 min (vekt ifht gjennomsnitt menn og kvinner)	376	4.6
Kollektiv (PT), ventetid ved 30 min (vekt ifht gjennomsnitt menn og kvinner)	154	1.9
Kollektiv (PT), ventetid ved 60 min (vekt ifht gjennomsnitt menn og kvinner)	109	1.3
Bilfører (CD), gjennomsnitt menn og kvinner, ikke storby	174	
Bilfører (CD), gjennomsnitt menn og kvinner, storby	230	
Bilpassasjer (CP), gjennomsnitt menn og kvinner, ikke storby	96	
Bilpassasjer (CP), gjennomsnitt menn og kvinner, storby	151	
Kollektiv (PT), gjennomsnitt menn og kvinner	82	
Gjennomsnitt menn og kvinner alle transportmåter, ikke storby	157	
Gjennomsnitt menn og kvinner alle transportmåter, storby	207	
Parkeringsindeks 6 (kr pr rundtur)	141	
Parkeringsindeks 5 (kr pr rundtur)	103	
Ett hotell ekvivalent med # arbeidsplasser	215	

TØI-rapport 766/2005

Gjennomsnittlig tidsverdi er som vi ser anslått til 207 NOK/t i storbyer og 157 NOK/t ellers i landet. Vi merker oss som vi har vært inne på tidligere de store forskjellene mellom menn og kvinner. Vi kan peke på følgende tre hovedårsaker til disse forskjellene:

- At kvinner faktisk vurderer reisetid som mindre komfortabel enn menn
- At kvinner har et strammere tidsbudsjett
- At gjennomsnittsavstanden til valgte reisemål er kortere for kvinner enn menn

Det siste punktet har nok størst betydning i datamaterialet for de bostedsbaserte tjenestereisene. Vi kommer nærmere tilbake til dette ved omtalen av de enkelte parametrene i modellen.

At tidsverdiene viser en betydelig variasjon mellom transportmidlene har nok også sin bakgrunn i forskjeller når det gjelder reiseavstand. Gjennomsnittlig reiseavstand i hele datamaterialet er 32 km tur/retur. Bilførere reiser ca 34 km, mens passasjerer og kollektivtrafikanter reiser hhv 45 km og 47 km i gjennomsnitt. Det er bl.a. disse forskjellene som gir ulike tidsverdier for transportmåtene, og høyest tidsverdi for de korteste reisene.

5.6.3 Variablene i modellen

Alternativspesifikke variabler for alternativet bil som fører

Alternativet **bilfører** har 7 alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet.

Kjøretidsvariabelen i modellen er segmentert etter kjønn. Parameteren **CD_TM** gjelder kjøretid for begge kjønn, men det er også estimert en tilleggskoeffisient for menn i interaksjon med kjøretid (**CD_TMMa**). Denne er positiv, noe som innebærer at menn får en lavere tidskoeffisient enn kvinner. At menn legger vesentlig mindre vekt på kjøretid enn kvinner skyldes nok flere forhold.

For det første kan det tenkes at kvinner vurderer reisetid med bil som en større ulempe enn menn. Det kan kanskje hevdes at menn har et annet forhold til bil og bilkjøring enn det kvinner har, og hvis det er slik, vil dette også kunne reflekteres i en modell for bostedsbaserte tjenestereiser.

For det andre kan det tenkes at kvinner har et strammere tidsbudsjett enn menn. Selv om det her er snakk om reiser som kanskje hovedsakelig skjer i arbeidstiden, er reisene bostedsbaserte, med start og endepunkt i bostedet, og dermed tilgrensende "fritid" (ikke betalt tid) i begge ender. En del av rundturene i datamaterialet er sikkert ikke gjennomført i arbeidstiden. At det også er en viss forskjell mellom kjønnene når det gjelder yrke/sector fremgår av tabell 5.15. Vi ser at kvinner er overrepresentert i kundeserviceyrker, i omsorgsykker og i kommunal sektor. Dette kan kanskje hevdes å være yrker med stramme tidsbudsjett.

Tabell 5.15. Yrke og sektor i materialet for bostedsbaserte tjenestereiser etter kjønn (RVU2001). Prosent.

	Menn	Kvinner
Menn og kvinner totalt	60	40
Administrative ledere og politikere	74	26
Akademiske yrker	58	42
Yrker med kortere høyskole- og universitetsutdanning	52	48
Kontor- og kundeserviceyrker	33	67
Salgs-, service- og omsorgsykker	24	76
Yrker innen jord-, skogbruk og fiske	85	15
Håndverkere o.l.	95	5
Prosess- og maskinoperatører, transportarbeidere	88	12
Yrker uten krav til utdanning	37	63
Kommunal sektor	34	66
Stattlig sektor	67	33
Privat sektor	71	29

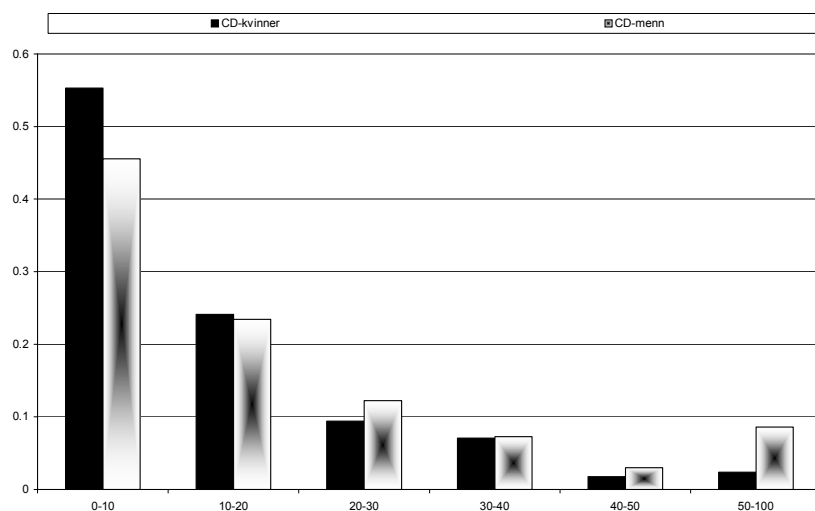
TØI-rapport 766/2005

Årsaken til den store forskjellen mellom menn og kvinner når det gjelder reiselengde kan altså være knyttet til forskjeller mellom kjønnenes yrke og stilling. Å trekke variable som reflekterer yrkesforskjeller mellom kjønnene direkte inn i estimeringen er problemfylt av minst to årsaker. Det er vanskelig å lage prognoser for slike variable, og PROSAMs tilleggsundersøkelse som er benyttet som supplement til den nasjonale RVU2001 har ingen slik informasjon.

Den tredje årsaken til at estimeringen gir at kvinner får en høyere tidskoeffisient enn menn er knyttet til forskjeller når det gjelder reiseavstand. For bilførere er

dette vist i figur 5.7. Vi ser at det er en overvekt av kvinner på de korteste reisene, mens menn er klart i flertall på de lengste turene. Gjennomsnittlig reisetid for alle med tilgang til bilføreralternativet i datamaterialet er ca 35 minutter (tur/retur), mens gjennomsnittet for menn er 40 minutter.

Figur 5.7. Avstandsfordeling for bilførere etter kjønn



TØI-rapport 766/2005

På samme måte som ulike avstandskoeffisienter i en gravitasjonsmodell gir forskjellige fordelinger på reiseavstand, fanger forskjellen i tidskoeffisienten mellom menn og kvinner opp det faktum at kvinner reiser kortere enn menn og dermed har kortere reisetid. Denne effekten er nok sterkere enn de første to begrunnelsene som er nevnt over. Man skal derfor være forsiktig med å tolke forskjellene i tidskoeffisientene for langt i retning av at kvinner opplever reisetid som en større ulempe enn menn, når dette delvis kan skyldes at kvinners destinasjoner i gjennomsnitt ser ut til å ligge nærmere bostedet enn menns destinasjoner.

I modellen er det spesifisert en dummyvariabel for alternativet bilfører som treer i kraft hvis reisen har minst én sekundær destinasjon (også omtalt som ”flere formål”). Koeffisienten (**CD_FF**) får som forventet positivt fortegn og er signifikant forskjellig fra null.

Ca 8,5 prosent av reisene i datamaterialet er gjennomført av personer som har en firmabilordning hvor arbeidsgiver dekker alle utgifter, og 88 prosent av disse er gjennomført som bilfører. Dette er bakgrunnen for dummyvariabelen firmabil, FBIL (med parameter **CD_FIBI**), som er knyttet til alternativet bil som fører. Har man firmabil så øker i følge modellen sannsynligheten for å benytte denne på tjenestereiser.

I hushold hvor det er flere førerkort enn biler er det ofte kvinner som taper konkurransen om å bruke bilen, selv om også kvinnen har førerkort. Dette reflekteres i negativt fortegn på parameteren **CD_FEMGBTF**.

Personer som har førerkort og bor i hushold med like mange eller flere biler enn førerkort velger i større grad, enn personer i hushold hvor det er konkurranse om

bilen (og selvfølgelig i hushold som ikke har bil), å reise som bilfører. Dette reflekteres i modellen med parameteren **CD_FBTF** (full biltilgang). Hele 54 prosent av tjenestereisene i datamaterialet er gjennomført av personer som tilhører slike hushold, og blant disse er for eksempel kollektivandelen bare 3 prosent mot 8 prosent kollektivandel i hele materialet.

Parameteren **CD_1050** er tilknyttet en variabel som er 1 hvis distansen til destinasjonen er mellom 10 og 50 km og 0 ellers. Variabelen gjør at avstandsfordelingen modellen produserer treffer bedre med avstandsfordelingen som ligger i datamaterialet modellen er estimert på. Modellen har tilsvarende variable for alternativene bilpassasjer og kollektivtransport. Disse variablene og deres begrunnelse er tidligere omtalt i kapittel 5.3.

Alternativspesifikke variabler for alternativet bil som passasjer

For alternativet **bilpassasjer** er det tre alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet. På samme måte som for bil som fører er reisetiden segmentert etter kjønn og forskjellene mellom tidskoeffisienten for kvinner (**CP_TM**) og menn (**CP_TM + CP_TMMa**) og kvinner er også her relativt stor. De samme årsakene vi trakk fram for bilførere gjelder også for bilpassasjerer. F.eks. gjelder også for denne reisemåten at menns tjenestereiser er lengre enn kvinners.

Dummyvariabelen for avstander mellom 10 og 50 km, med parameter **CP_1050**, fungerer på samme måte for bilpassasjer som for bilfører.

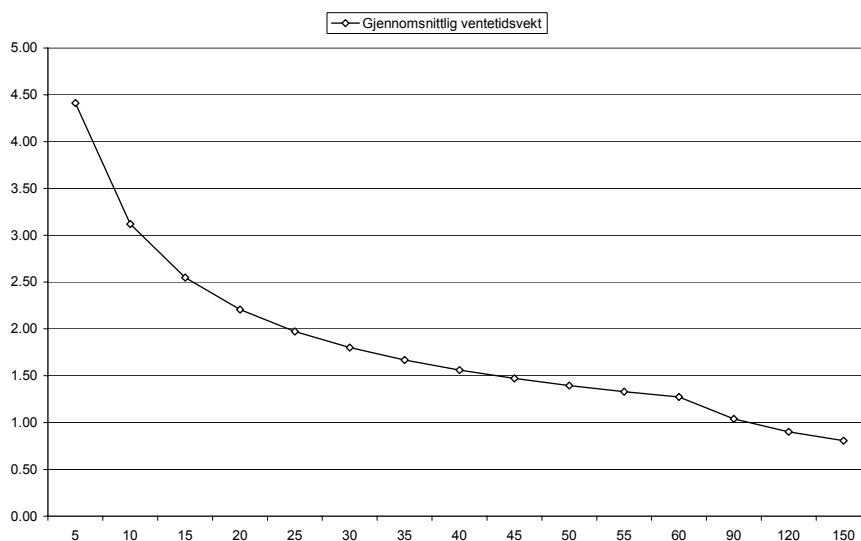
Alternativspesifikke variabler for kollektivtransport

Alternativet **kollektivtransport** har 7 alternativspesifikke variable.

På samme måte som for bilfører og bilpassasjer, er kjøretid med kollektivtransport segmentert etter kjønn (parametre **PT_TM** og **PT_TMMa**). Verdien på parametrene viser at ulempen knyttet til reisetid er halvparten så stor for menn som for kvinner. Også for kollektivtransporten skyldes dette trolig en kombinasjon av de samme forhold som er påpekt tidligere. Det er f.eks. slik at over 40 prosent av mennenes kollektivreiser er lengre enn 40 km én vei, mens slike lange kollektivreiser bare foretas av vel 10 prosent av kvinnene i datamaterialet.

Modellen i tabell 5.12 er basert på kvadratroten av total ventetid (definert som halve tiden mellom avgangene), med parameter **PT_WAIT**. Ved å transformere ventetiden med kvadratroten får man redusert effekten av lange ventetider ganske kraftig. Man får samtidig en ventetidsvekt som varierer med størrelsen på ventetiden. Figur 5.8 viser at ventetidsfaktoren (hvor mye ventetiden betyr i forhold til ombordtiden) er nær 4,5 for ventetider ned mot 5 minutter. Etter hvert som ventetiden øker synker vekt faktoren mot 1,3 ved ca 60 minutter. Videre synker vekten ned mot 0,7 ved ventetider over 150 minutter (NB! Knekket på kurven kommer av at skalaen endres ved 60 minutter). Gjennomsnittlig ventetid i materialet er ca 35 minutter, og ved denne verdien er ventetidsfaktoren som vi ser ca 1,7.

Figur 5.8. Ventetidsfaktor i modell for bostedsbaserte tjenestereiser



TØI-rapport 766/2005

Omstigninger mellom kollektive transportmåter, representert ved parameteren **PT_XF**, ser i datamaterialet ut til å være en svært betydningsfull variabel. Denne variabelen er en av de få formuleringene som har vært med stort sett gjennom hele estimeringsprosessen og har hele tiden vært en betydelig forklaringsfaktor. I gjennomsnitt tilsvarer koeffisienten knyttet til omstigninger en ulempe på ca 27 minutter per omstigning i forhold til kjøretid om bord kollektivtransportmiddelet. Dette er en del høyere enn det som er lagt til grunn i beregningene av transportkvalitetsdata (ulempe tilsvarende 10 minutter, basert på erfaring fra tidligere modeller og verdsetningsundersøkelser), men dette var lagt til grunn som en gjennomsnittsverdi, og om noe skulle man forvente at omstigninger ble vurdert som en større ulempe for tjenestereiser enn for øvrige reiser. I datamaterialet ville 43 prosent av alle reiser som kunne vært gjennomført med kollektivtransport medført én eller flere omstigninger. 38 prosent av de som har valgt kollektivtransport har én eller flere omstigninger underveis, og blant disse er gjennomsnittlig antall omstigninger 0,84 for en rundtur. Gjennomsnittlig antall omstigninger for alle kollektivtrafikanter er 0,32 og gjennomsnittlig antall påstigninger én vei er dermed 1,16 i datamaterialet.

Variabelen for gangtid, knyttet til kollektivtransport har vært relativt uproblematisk å få estimert. Koeffisientestimatet for denne variabelen, **PT_AC**, gir en gangtidsvekt på ca 2,0 som er svært nær den vekt faktoren som ble lagt til grunn i nettverksmodellen på 1,8. Vi har undersøkt om det er forskjeller på lange og korte gangtider med ulike grenser for kort og lang. Dette ble gjort for å undersøke om bil eller sykkel er brukt som tilbringermåte til kollektivtransporten. Dette gav imidlertid koeffisientestimer på kort og lang gangtid som ikke ble signifikant forskjellig fra hverandre. Vi har dermed beholdt én koeffisient for gangtidsvariabelen.

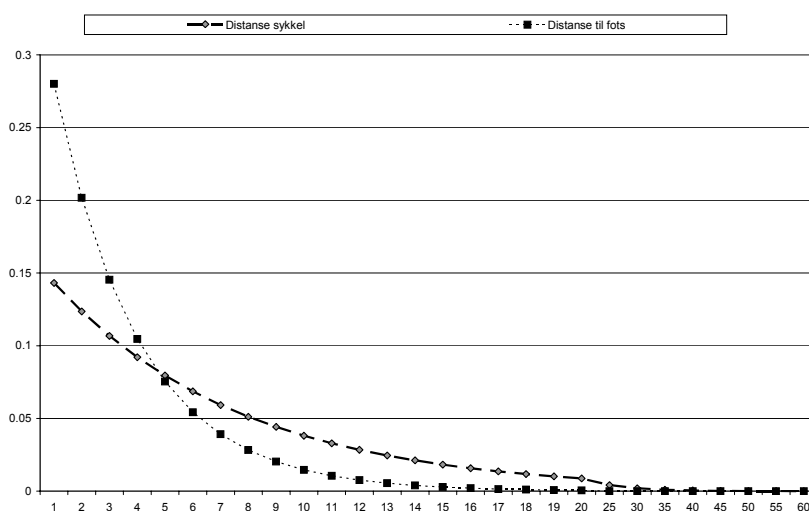
Positiv verdi på parameteren **PT_KK** innebærer at sannsynligheten for å velge kollektivtransport på bostedsbaserte tjenestereiser hvis man har klippekort. Noe av bakgrunnen for dette kan være at personer med klippekort er jevnlig kollektivtransportbrukere med høyere tilbøyelighet til å velge kollektivtransport også på tjenestereisene. I estimeringen er personer med klippekort også tilordnet en lavere kostnad enn fullpris (17 prosent rabatt). Dummyvariabelen indikerer at det i tillegg til denne rabatten er ytterligere noe som trekker i retning av å bruke kollektivtransport for denne trafikantgruppen. Kollektivandelen for reiser foretatt av personer med klippekort er vel 30 prosent mot 8 prosent totalt.

Alternativspesifikke variabler for sykkelalternativet

Alternativet å reise med **sykkel** har én alternativspesifikk variabel i tillegg til konstantleddet. Estimeringsarbeidet har antydnet på at det er forskjeller både når det gjelder alder og kjønn når det gjelder å velge sykkel som transportmåte på tjenestereiser. Yngre og middelaldrende menn har høyere sannsynlighet for å velge sykkel på tjenestereiser og middelaldrende menn sykler også lengre enn andre. Fordi sykkel er en relativt liten transportform for tjenestereisene, og for å unngå for mange segmenter i implementeringen av modellen er dummyvariable for disse gruppene utelatt i den endelige versjon.

Avstandskoeffisientene for reiser med sykkel (**CK_DS**) og til fots i modellen, kan tolkes som følsomhet for avstand, og jo lavere tallverdi på koeffisienten, desto mindre følsomhet for avstand. Dette fremgår også i figur 5.9, hvor teoretisk avstandsfordeling (beregnet v.h.j.a koeffisientene for avstand, uten å ta hensyn til attraksjonsvariable) for sykkel- og gangreiser er vist. Vi ser at avstandskurven for reiser med sykkel er mye flattere enn kurven for reiser til fots. I følge kurvene er gjennomsnittlig reiseavstand for sykkel ca 7 km for en rundtur, mens gjennomsnittsavstanden reiser til fots er ca 3 km.

Figur 5.9. Teoretisk avstandsfordeling for reiser med sykkel og til fots



TØI-rapport 766/2005

Alternativspesifikke variabler for alternativet til fots

For alternativet å reise til fots er det bare én alternativspesifikk variabel i tillegg til konstantleddet. Variabelen gangdistanse har en koeffisient (**WK_DS**) som gir en relativt bratt avstandskurve som vist i figur 5.9. Gjennomsnittsavstanden for reiser til fots er i følge denne kurven ca 3 km tur/retur.

Generiske variable

Modellen har 4 generiske variable som er felles for to (bilfører og bilpassasjer, GC_) eller tre (kollektivtransport, bilfører og bilpassasjer, GA_) transportmåter.

Den generiske koeffisienten for reisekostnad (**GA_CO**) i modellen er $-0,0076$. Kostnadsvariabelen er forsøkt segmentert etter inntekt med brukbare resultater. Best fungerte kostnad i interaksjon med en dummy for respondenter med personlig inntekt over kr 400 000 per år. Følsomheten for reisekostnader for denne befolkningsgruppen ble halvert, men gruppen er relativt liten i datamaterialet (12 prosent) og gjennomsnittlige tidsverdier med og uten segmentering ble omtrent like store. Når man innfører dummyvariable i interaksjon med LoS-variable øker imidlertid regnetidene i anvendelsen en del, og interaksjonen mellom kostnadsvariabelen og inntekt ville gitt ytterligere et segment å regne på i anvendelsen, med relativt dårlig datagrunnlag til segmenteringen (vi vet ikke hvor mange personer som har inntekt over kr 400 000 i sonene). Segmenteringen er derfor utelatt i den endelige modellen.

I beregningene av transportkvalitet i nettverksmodellene er det ikke tatt hensyn til forsinkelser på veinettet som følge av kø, eller tett trafikk. Dette er spesielt uheldig for reiser som foregår i byområder, hvor reisetidene som er beregnet kan være betydelig kortere enn de tider man faktisk vil ha. For å ta hensyn til dette er det konstruert en dummyvariabel som trer i kraft hvis destinasjonen for reisene er i de 4 største byene i Norge. Denne dummyen er spesifisert i interaksjon med reisetidsvariabelen for bilfører og bilpassasjer. Som vi ser i tabell 5.12 har koeffisienten til denne variabelen (**GC_TMSBY**) negativt fortegn, noe som innebærer at reiser til destinasjoner i byområder får en ekstra tidsulempe. Reisetid med bil til byområdene er altså en større ulempe enn reisetid med bil ellers. Ca 13 prosent av reisene med bil i datamaterialet har destinasjoner i de største byene.

Det er to variable felles for bil som er kalt parkeringsindikatorer, **PARK5D** og **PARK6D**. I realiteten er dette indekser som sier noe om arbeidsplass tettheten i destinasjonene. Tanken bak dette var at tettheten av arbeidsplasser i et område vil si noe om hvor lett/vanskelig det er å få parkert bilen i området. I områder med høy arbeidsplass tetthet kan det både være dyrt å parkere, men det kan også være vanskelig å finne en parkeringsplass i umiddelbar nærhet av selve destinasjonen hvor man har ærendet, slik at man kanskje må bruke litt tid på å lete etter parkeringsplassen og kanskje også må gå et stykke etter at bilen er parkert.

Slik disse variablene er formulert vil de to indikatorene gi en ekstra ulempe mot å reise med bil til slike destinasjoner. Ved å ta forholdet mellom koeffisientestimatene (**GC_P5** og **GC_P6**) og koeffisienten for reisekostnad, får man denne ulempen uttrykt i kroner. I destinasjoner med parkeringsindeks 5 blir ulempen knyttet til å reise med bil i modellen tilsvarende kr 103, og kr 141 i destinasjoner med parkeringsindeks 6. Disse tallene synes ikke å være urimelige når man ser på øvrige implisitte verdier i modellen (tabell 5.13), og tar hensyn til at ærendet for bostedsbaserte tjenestereiser ofte har en viss varighet.

Selv om parkeringsvariablene, uttrykt som dummies for arbeidsplass tetthet, var ment å fange opp ekstra tidsbruk for å lete etterparkeringsplass, ekstra tidsbruk knyttet til gangavstand til endelig destinasjon, og høyere parkeringskostnader i slike områder, fanger de sikkert også opp øvrige uobserverte faktorer som gjør at det er lavere sannsynlighet for å reise med bil til slike destinasjoner. I siste instans er det nettopp disse variablene sørger for, å presse modellen til å gi flere kollektivreiser, sykkelreiser og reiser til fots til destinasjoner med høy arbeidsplass tetthet, i en grad som gjør at modellens transportmiddelfordeling til disse destinasjoner stemmer bedre overens med transportmiddelfordelingen til destinasjonene i datagrunnlaget modellen estimeres på.

Variabler for valg av destinasjon

I modellen er det to typer variable som beskriver destinasjonsvalget. Variabler som reflekterer kvantitet må behandles på en spesiell måte (de må inngå i såkalte size-funksjoner), mens øvrige destinasjonsvariable, som reflekterer størrelser mer i retning av "kvalitet" kan inngå i nyttefunksjonene direkte. Det er tre variable i modellen av den siste typen i modellen for bostedsbaserte tjenestereiser. De to første variablene reflekterer andeler mannsdominerte og kvinnedominerte arbeidsplasser i destinasjonen. Som tidligere nevnt har vi totalt tilgang til antall arbeidsplasser i 9 næringsgrupper i datamaterialet.

Av disse er undervisning og helse- og sosial definert som kvinnedominerte og primærnæringer, mens oljeindustri og industri ellers definert som mannsdominerte næringer. Andelene er beregnet slik at andelen i mannsdominerte, kvinnedominerte og øvrige næringsgrupper summerer seg til 1. Variablene er formulert i interaksjon med kjønn, og kryssinteraksjon fungerte best. Kryssinteraksjon innebærer at dummyen for mann multipliseres med andelen arbeidsplasser i kvinnedominerte næringer og omvendt. Resultatene stemmer i stor grad overens med tallene i tabell 5.14. Menn har en lavere sannsynlighet for å reise til destinasjoner som har en høy andel kvinnedominerte næringer (negativt fortegn på **apmalo**), og omvendt har kvinner lavere sannsynlighet for å reise til destinasjoner som domineres av typiske mannsnæringer (negativt fortegn på **apfemlo**).

Modellen har også en dummyvariabel som trer i kraft for kvinner og kommuneinterne reiser (**FEMKinnt**). Dette stemmer også overens med tabell 5.14 hvor det tydelig fremgår at en relativt stor andel av kvinnene som har tjenestereiser er ansatt i kommunal sektor. Da er det kanskje også et visst grunnlag for å hevde at de har ærend i destinasjoner internt i kommunen (positivt fortegn på **FEMKinnt**).

De to siste destinasjonsvariablene i modellen reflekterer kvantitet og er derfor spesifisert i size-funksjoner. Antall hoteller i destinasjonssonen er normert til 1 (**L_S_M**) og totalt antall arbeidsplasser inngår med en koeffisient (**D_ANS**). Tallverdien på denne koeffisienten gjør at et hotell tilsvarer vel 230 arbeidsplasser som attraktivitetsmål. Når antall hoteller i destinasjonssonen er en svært viktig variabel i destinasjonsvalget for tjenestereisene, er det sikkert to fenomen som spiller inn. For det første er hoteller rent faktisk viktig for destinasjonsvalget fordi mange møter, konferanser, seminarer foregår på hoteller. Den andre effekten er knyttet til at hotellene ofte er lokalisert i nærheten av store bedrifter, konferansesentra og andre organisasjoner hvor det foregår en del aktiviteter for forretningsreisende.

5.7 Valg av transportmiddel og destinasjon for besøksreiser

5.7.1 Datamaterialet

Av datamaterialets 26743 bostedsbaserte rundturer er det 3509 besøksreiser (13 prosent). Ved estimeringen forkastes 165 observasjoner pga dataproblemer eller manglende data, slik at 3344 rundturer inngår når modellen estimeres. Flest reiser forkastes fordi det ikke er LoS-data (transportkvalitetsdata) til valgt destinasjon. Dette skyldes hovedsakelig at reisen er lenger enn 100 km én vei. Noen observasjoner forkastes også fordi respondenten har foretatt valg som ikke er tilgjengelig ifølge LoS-dataene. Av de 3344 rundturene vi står igjen med kommer 2682 rundturer fra RVU2001 og 827 fra PROSAMS undersøkelse.

I tabell 5.16 gis en oversikt over transportmiddelvalg og tilgjengelighet for besøksreisene til valgt destinasjon:

Tabell 5.16. Transportmiddelvalg og tilgjengelighet for besøksreisene.

Alternativ	Valgt	Valgt, prosent	Ikke valgt	Tilgjengelig	Ikke tilgjengelig	Ikke tilgj, prosent
Bil, fører	1568	47%	859	2427	917	28%
Bil, passasjer	631	19%	2713	3344	0	0%
Kollektivtransport	130	4%	1204	1334	2010	60%
Sykkel	181	5%	2880	3061	283	8%
Til fots	834	25%	1580	2414	930	28%
Totalt	3334	100%				

TØI-rapport 766/2005

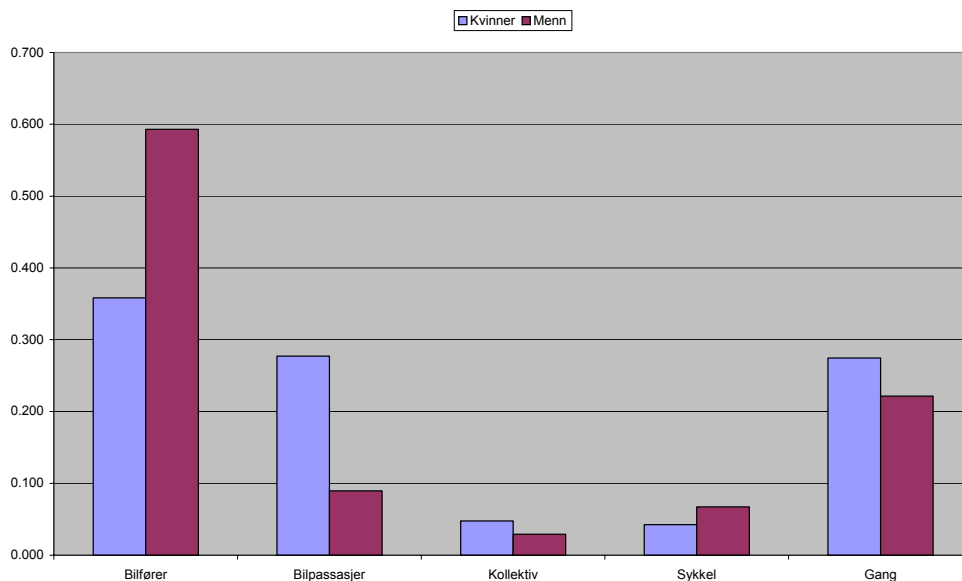
Vi ser at det er flest observasjoner som bilfører (47 prosent). Bare 130 turer i datamaterialet (4 prosent) har benyttet kollektivtransport. Kollektivtransport har vært tilgjengelig for bare 40 prosent av observasjonene i materialet, en indikasjon på at kollektivnettet trolig ikke har vært så detaljert kodet som man skulle ønsket.

Alternativet sykkel er tilgjengelig for 92 prosent og gang for 72 prosent av observasjonene. Ut fra kriteriene for ekskludering i datamaterialet kan vi av dette slutte at over 70 prosent av besøksreisene har vært til destinasjoner som er nærmere enn 10 km fra bostedet og at drøyt 90 prosent har målpunkter innen 30 km fra bostedet.

Datamaterialet har ellers vist oss at andelen kollektivreiser varierer med regiontype, med størst andel i tettbygde strøk.

Figur 5.10 viser fordelingen på reisemåter for hhv kvinner og menn.

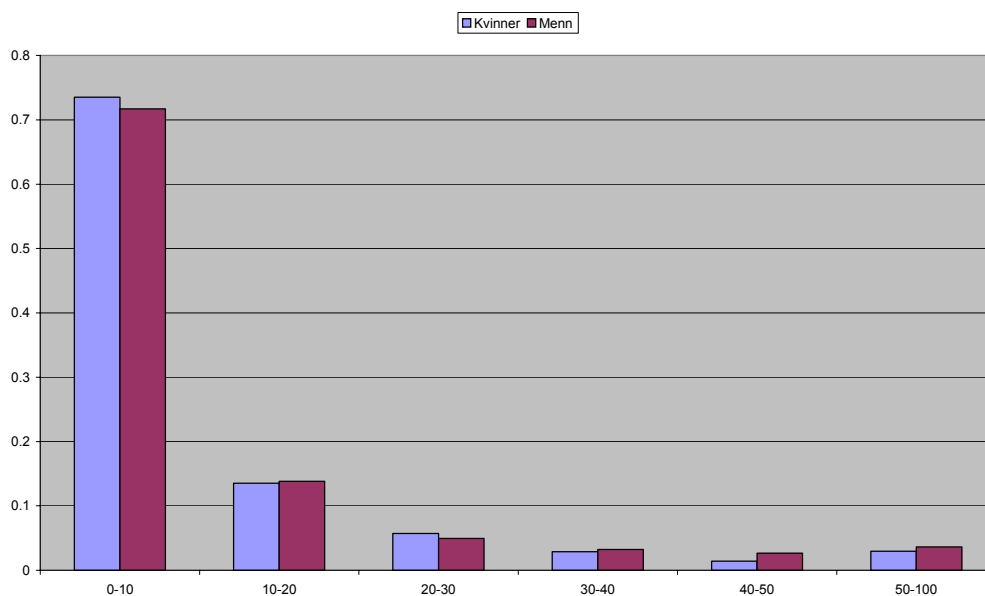
Figur 5.10. Fordeling på reisemåter for kvinner og men



TØI-rapport 766/2005

Vi ser at kvinner i atskillig større grad enn menn er passasjer i bil ved besøksreiser, mens menn ofte er bilførere. Nærmere 60 prosent av mennene i materialet er bilfører, mens tilsvarende tall for kvinner er drøyt 35 prosent. Kvinner bruker mer kollektivtransport enn menn ved besøksreiser og de går oftere, mens menn i større grad enn kvinner bruker sykkel. Ulike preferanser for reisemåte kan bli tenkes å ha sammenheng med ulik avstandsfordeling for menn og kvinner. I figur 5.11 viser vi avstandsfordelingen ved besøksreiser.

Figur 5.11. Avstandsfordeling (kilometer én veg til valgt destinasjon) etter kjønn.



TØI-rapport 766/2005

Vi ser at det for besøksreisene er relativt små forskjeller mellom menn og kvinner, men en viss tendens til at menn reiser lengre enn kvinner. For begge kjønn gjelder at reiser under 10 km én vei er helt dominerende, med over 70 prosent av observasjonene.

5.7.2 Modellen

Tabell 5.17 viser den endelige modellen for bostedsbaserte besøksreiser. Modellen er multinomisk og basert på 3334 observasjoner (rundturer). Det er også estimert varianter av denne modellen med trestrukturer. Varianten med destinasjonsvalget over transportmiddelvalget fikk en logsumkoeffisient større enn 1, mens modellen med transportmiddelvalget over destinasjonsvalget hadde en noe bedre log-likelihood-verdi enn den multinomiske. Kostnadskoeffisienten ble imidlertid betydelig lavere i tallverdi og signifikans, samtidig som tidskoeffisientene økte, noe som gir betydelig høyere implisitte tidsverdier. Den multinomiske modellen er derfor foretrukket fremfor de strukturerte.

Tabell 5.17 Modell for valg av transportmåte og destinasjon for bostedsbaserte besøksreiser

Modell			Visam_243	
Observations			3344	
Final log L			-17896.8	
D.O.F.			32	
Rho ² 0			0.138	
Rho ² c			-4.205	
Koeffisient	Variabel	Beskrivelse av variabel	Estimat	T-verdi
Bil som fører				
CD_TM	Car_TM	Kjøretid	-0.0276	(-12.4)
CD_TM_KV	Car_TM*Female	Kjøretid, tillegg for kvinne	-0.0114	(-5.0)
CD_AB	ABES	Dummy for annet besøk / flere formål	0.949	(5.5)
CD_FBTF	FBTF	Dummy for full biltilgang (minst like mange biler som førerkort i husstanden)	0.242	(2.3)
CD_MA	Male	Dummy for mann	0.775	(6.6)
CD_00		Konstantledd	-0.0432	(-0.1)
Bil som pass.				
CP_TM	Car_TM	Kjøretid	-0.0268	(-12.2)
CP_KV	Female	Dummy for kvinne	0.943	(7.3)
CP_FBTF	FBTF	Dummy for full biltilgang (minst like mange biler som førerkort i husstanden)	-0.433	(-3.3)
CP_65	AGE65	Dummy for 65 år og eldre	0.412	(2.8)
CP_00		Konstantledd	-1.85	(-4.7)
Kollektivtrsp.				
PT_TM	Ptr_TM	Ombordtid	-0.0146	(-4.9)
PT_WAIT	Ptr_W_sqr	Ventetid (formulert som kvadratrotten av ventetid)	-0.137	(-1.9)
PT_XF	Ptr_Xfer	Antall omstigninger	-0.0947	(-1.1)
PT_AC	Ptr_AETM	Gangtid	-0.0269	(-4.4)
PT_FBTF	FBTF	Dummy for full biltilgang (minst like mange biler som førerkort i husstanden)	-1.35	(-3.4)
PT_DBTF	DBTF	Dummy for førerkort men ikke bil i husstanden	1.31	(4.7)
PT_KV	Female	Dummy for kvinne	0.499	(2.3)
PT_1050	DST_10_50	Dummy (kollektivt) for avstand mellom 10 og 50 km (én vei)	-0.916	(-4.2)
Sykkel				
CK_DS	WC_DST	Distanse	-0.229	(-14.9)
CK_DS_KV	WC_DST*Female	Distanse, tillegg for kvinne	-0.0599	(-2.8)
CK_VINT	VINTER	Dummy for vinter	-1.24	(-6.3)
CK_1324	AG1324	Dummy for alder 13-24 år	0.696	(4.3)
CK_DBTF	DBTF	Dummy for førerkort men ikke bil i husstanden	0.676	(2.1)
CK_00		Konstantledd	-0.0561	(-0.1)
Til fots				
WK_DS	WC_DST	Distanse	-0.431	(-34.2)
WK_STBY	REGBY	Dummy for bosatt i storbyregion (10 største byområdene)	0.483	(5.2)
WK_00		Konstantledd, til fots	1.92	(4.9)

Tabellen fortsetter.....

Generiske				
GA_CO	Car_CST_C, PTr_CST	Kostnad, bil og kollektivt	-0.0263	(-13.9)
GC_WKE	Car_TM*WKE	Kjøretid (fører og passasjer), tillegg i weekend	0.0083	(5.2)
GC_5	DST_5	Dummy (bilfører og passasjer) for avstand inntil 5 km (én vei)	0.493	(7.7)
GC_1050	DST_10_50	Dummy (bilfører og passasjer) for avstand mellom 10 og 50 km (én vei)	-0.619	(-10.4)
Dest. (size)				
D_BEf	TOTBEf	Befolkning i sonen	1	*

TØI-rapport 766/2005

Vi vil i de følgende avsnitt kommentere de ulike variablene, men først gir vi en oversikt over modellens implisitte tidsverdier:

Tabell 5.18. Implisitte tidsverdier i modellen for besøksreiser

	Kr/time
Bilfører (CD) mann, hverdag	63
Bilfører (CD) kvinne, hverdag	89
Bilfører (CD) mann, helg	44
Bilfører (CD) kvinne, helg	70
Bilpassasjer (CP), hverdag	61
Bilpassasjer (CP), helg	42
Kollektiv (PT), ombordtid	33
Kollektiv (PT), gangtid	61
Kollektiv (PT), ventetid ved 5 min	70
Kollektiv (PT), ventetid ved 30 min	29
Kollektiv (PT), ventetid ved 60 min	20

TØI-rapport 766/2005

Vi merker oss forskjellen mellom menn og kvinner for bilførere, selv om denne ikke er like stor som i modellen for tjenestereiser. I tillegg finner vi lavere tidsverdi i helgene enn ellers for bilførere og bilpassasjerer. Forskjellen mellom kvinner og menn for bilførere *kan* som tidligere nevnt være knyttet følgende forhold:

- Kvinner vurderer ulempen ved å kjøre bil som større enn det menn gjør.
- Kvinner har et strammere tidsbudsjett enn menn. Tidsstudier viser at de f eks bruker mer tid på husarbeid og omsorg for barn og eldre selv når de er i fulltidsjobb.
- Kvinner reiser kortere enn menn, spesielt på reiser som bilfører.

Forskjellen i tidsverdi for bilreiser som foregår i helger og ellers er trolig knyttet til at tidsbudsjettet er mindre stramt i helgene, samt at besøksreiser som foregår i helg gjerne er til destinasjoner lenger borte enn på hverdager.

Vi har testet hvordan transportmiddelfordelingen fra modellen treffer observert fordeling for ulike regiontyper (for personer bosatt i en gitt region). I total treffer modellen tilnærmet eksakt på reisemåtefordelingen fra RVU, slik det alltid vil være når man har med alternativspesifikke konstanter i modellen. For de enkelte regiontyper er det avvik, men innenfor det vi vil definere som akseptable grenser.

5.7.3 Variablene i modellen

Alternativspesifikke variable for alternativet bil som fører

Alternativet **bil som fører** har 5 alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet.

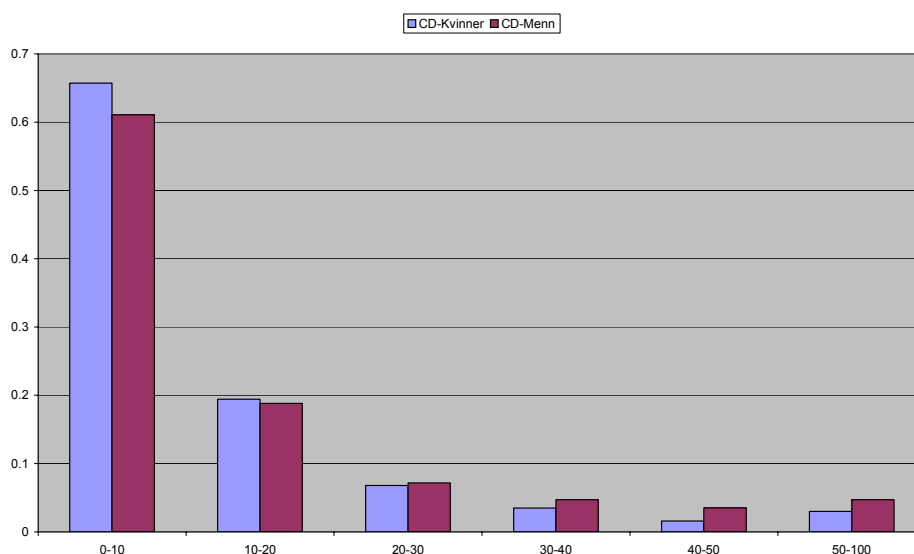
Kjøretidsvariabelen for bilførere er i modellen segmentert etter kjønn. Dette er gjort ved å estimere en tilleggskoeffisient for kvinner i interaksjon med kjøretid (**CD_TM_KV**). Tidskoeffisientene som er estimert viser at kvinnelige bilførere legger atskillig større vekt på tiden som brukes i bil enn det menn gjør (for menn gjelder **CD_TM**, for kvinner **CD_TM + CD_TM_KV**).

Forskjell i tidskoeffisient mellom kvinner og menn kan ha flere forklaringer. For det første kan det tenkes at kvinner faktisk vurderer reisetid med bil som en større ulempe enn menn. Hvis f.eks. menn har et annet forhold til bil og bilkjøring enn det kvinner har, og kanskje i større grad synes at bilkjøring er en hyggelig aktivitet i seg selv, vil dette reflekteres i de estimerte parametre.

For det andre kan det tenkes at kvinner har et strammere tidsbudsjett enn menn, og derfor får en høyere tidskoeffisient.

Den tredje årsaken til at kvinnelige bilførere får en høyere tidskoeffisient enn menn i estimeringsresultatene kan være knyttet til forskjeller mellom menn og kvinner når det gjelder reiseavstand. I figur 5.12 ser vi avstandsfordelingen for kvinner og menn som har reist som bilførere.

Figur 5.12. Avstandsfordeling for bilførere etter kjønn (kilometer én veg til valgt destinasjon)



TØI-rapport 766/2005

Den svake tendensen vi så i figur 5.11 til at menns besøksreiser er noe lengre enn kvinners forsterker seg når vi sammenligner kvinnelige og mannlige *bilførere*, og det er jo nettopp her vi har funnet at kvinner har høyere tidskoeffisient enn menn.

Årsaken til at det er forskjeller mellom menn og kvinner når det gjelder reiselengde ved besøksreiser er ikke uten videre lett å forklare. Ved tjenestereiser og arbeidsreiser kan noe av forskjellen kjønnene mellom skyldes yrke og stilling, men dette er ikke noe som kan overføres direkte til besøksreisene. Forskjellen i reiselengde for besøksreisene er imidlertid ikke på langt nær så stor som for disse reiseformålene.

På samme måte som ulike avstandskoeffisienter i en gravitasjonsmodell gir forskjellige fordelinger på reiseavstand, fanger forskjellen i tidskoeffisienten mellom menn og kvinner opp det faktum at kvinner reiser kortere enn menn og dermed har kortere reisetid. Man skal dermed være forsiktig med å tolke all forskjell i tidskoeffisienter i retning av at kvinner opplever reisetid som en større ulempe enn menn, når dette delvis kan skyldes at kvinners destinasjoner ser ut til å ligge nærmere bostedet enn menns destinasjoner (i hvert fall ser dette ut til å være tilfelle for bilføreralternativet).

Vi kan tenke oss at det å ha et annet besøk underveis (sekundær destinasjon) er med på å påvirke transportmiddelvalget. Det er derfor spesifisert en dummyvariabel som trer i kraft hvis reisen har minst én sekundær destinasjon. Denne har vist seg signifikant for alternativene bilfører, sykkel og gang. Vi vil forvente at flere destinasjoner/besøk underveis øker sannsynligheten for å bruke bil, og for bilførere blir dette bekreftet av positivt fortegn på parameteren **CD_FF**.

Dersom en har full biltilgang, dvs det er minst like mange biler som førerkort i husholdet, er sannsynligheten for at en velger å bruke bil større enn dersom en ikke har så god tilgang til bil. Dette reflekteres i parameteren **CD_FBTF**, som har positivt fortegn.

Datamaterialet viser også en tendens til at menn oftere velger å kjøre bil ved besøksreiser enn kvinner, jfr figur 5.10. Dette ser vi ved positiv verdi på parameteren **CD_Ma**.

I modellen for tjenestereiser ble det påvist økt sannsynlighet for bruk av bil (som fører) dersom en har firmabil. Tilsvarende sammenheng finner vi ikke for besøksreisene, noe som kan skyldes at bare ca 1 % av reisene i datamaterialet for besøksreiser er gjennomført av personer med firmabilordning hvor arbeidsgiver dekker alle utgifter. For tjenestereisene er tilsvarende tall 8,5 %.

Alternativspesifikke variable for alternativet bil som passasjer

For alternativet **bilpassasjer** er det fire alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet. For bil som fører ble reisetiden segmentert etter kjønn, med relativt stor forskjell mellom tidskoeffisienten for menn og kvinner. For alternativet bilpassasjer finner vi ikke tilsvarende forskjell mellom kjønnene. Tidskoeffisienten for bilpassasjerer, **CP_TM**, ligger omtrent på samme nivå som for mannlige bilførere.

Parameteren **CP_KV** har positivt fortegn og forteller at kvinner i større grad enn menn er bilpassasjer ved besøksreiser.

Negativt fortegn på parameteren **CP_FBTF** viser at personer i hushold med full biltilgang (minst like mange biler som førerkort) i mindre grad er passasjer i bil enn andre.

Modellen forteller oss videre at personer som er 65 år eller eldre (**CP_65**) i større grad er passasjer i bil enn andre aldersgrupper.

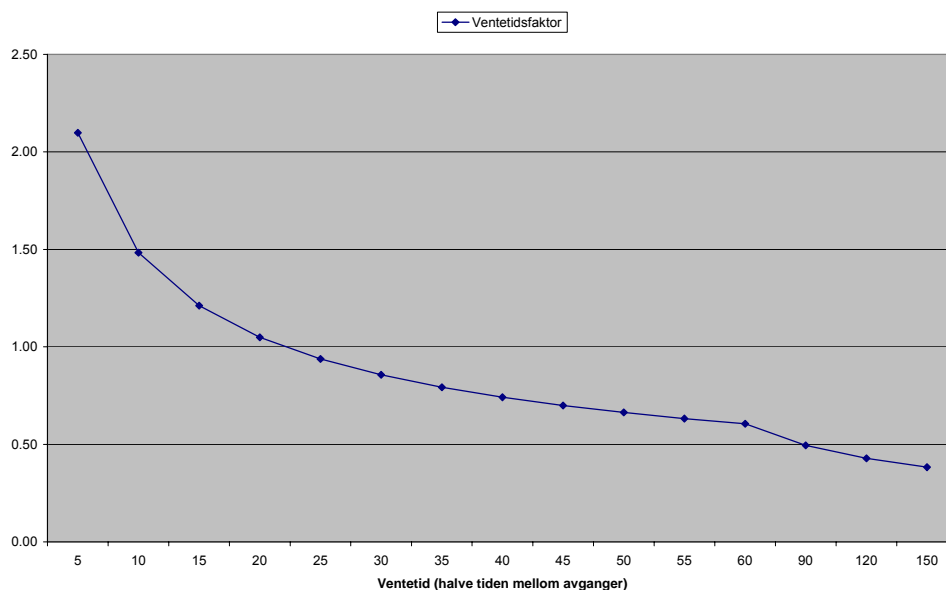
Alternativspesifikke variable for kollektivtransport

Alternativet **kollektivtransport** har 7 alternativspesifikke variable.

Heller ikke for de kollektivreisende finner vi at parameteren for reisetid (ombordtid), **PT_TM**, er signifikant forskjellig for kvinner og menn. Studier av avstandsfordelingen for kollektivtrafikanter viser likevel forskjeller mellom kvinner og menn, men det er ikke slik at kvinner systematisk reiser kortere enn menn slik vi så for bilførerne. Faktisk er det slik at andelen kvinner er størst både på de korteste og lengste kollektivreisene.

Modellen i tabell 5.16 er basert på kvadratroten av total ventetid, definert som halve tiden mellom avgangene, med tilhørende parameter **PT_TW**. Ved å transformere ventetiden med kvadratroten får man redusert effekten av lange ventetider ganske kraftig, noe som uttrykker at en ved lave frekvenser tilpasser seg transportmidlets avgangstid. Man får samtidig en ventetidsvekt som varierer med størrelsen på ventetiden. Figur 5.13 viser ventetidsfaktoren, dvs hvor mye ventetiden betyr i forhold til ombordtiden.

Figur 5.13. Ventetidsfaktor i modell for besøksreiser.



TØI-rapport 766/2005

Vi ser at ett minutt ventetid betyr i overkant av dobbelt så mye som ett minutt ombordtid ved en ventetid på 5 minutter (ventetidsfaktor ca 2,1). Etter hvert som ventetiden øker synker ventetidsfaktoren til 1 ved ca 22 minutter og ca 0,5 ved en ventetid på 90 minutter.

I og med at kollektivtilbudet som gjelder på kvelder og helger ikke er kodet i nettverksmodellen, opererer vi ved estimeringen med et for godt rutetilbud for disse tidsperiodene. Vi testet derfor om dette påvirket ventetidsparameteren, dvs om den ble forskjellig mellom dagtid og kveld/helg, men fant ingen signifikant forskjell.

Det har ikke vært mulig å beregne en signifikant parameter for antall bytter (**PT_XF**) for besøksreisene, selv om vi vet at dette ofte oppfattes som negativt i seg selv, også utover den ventetid og gangtid som er involvert. Vi har likevel valgt å ta antall omstigninger med som en variabel i modellen, da parameteren får riktig fortegn og er rimelig i størrelse. Verdien på parameteren tilsier at en omstigning vurderes som like negativt som 6.5 minutter om bord i kollektivtransportmidlet. I beregningene av transportkvalitetsdata ble en ulempe tilsvarende 10 minutter pr omstigning lagt til grunn.

Parameteren for gangtid til og fra det kollektive transportmidlet (**PT_AC**), gir en vekt for gangtid (i forhold til ombordtid) på 1.84, som er svært nær den faktoren som ble lagt til grunn i nettverksmodellen (1.8). For å undersøke om bil eller sykkel er brukt som tilbringermåte til kollektivtransporten har vi testet om det er forskjeller på lange og korte gangtider, med ulike grenser for kort og lang. Parameterestimaterne for hhv kort og lang gangtid ble imidlertid ikke signifikant forskjellig fra hverandre. Vi har dermed beholdt én koeffisient for gangtidsvariabelen.

Vi har ikke klart å estimere egne parametre for fergetid, da det kun er én observasjon på ferge i hele datamaterialet for besøksreiser.

Personer i hushold med minst like mange biler som førerkort velger kollektivtransport i mindre grad enn personer i hushold med dårligere biltilgang. Dette reflekteres i modellen med negativ verdi på parameteren **PT_FBTF**. Dårlig biltilgang, uttrykt ved at personen har førerkort men ingen bil i husholdet, øker sannsynligheten for å reise kollektivt (**PT_DBTF**).

Positivt fortegn på parameteren **PT_KV** viser at kvinner i større grad enn menn velger kollektive transportmidler, noe vi også så av figur 5.10.

Også i besøksreisemodellen har vi problemer med å treffe avstandsfordelingen i datamaterialet (se kapittel 5.3). Dette er forsøkt korrigert ved å legge inn avstandsdummys i modellspesifikasjonen. For kollektivreiser er det brukt en dummy for avstander mellom 10 og 50 km én vei (parameter **PT_1050**).

Alternativspesifikke variable for sykkelalternativet

Alternativet **sykkel** har 5 alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet. Disse variablene indikerer at det ved bruk av sykkel på besøksreiser er forskjeller både når det gjelder alder, kjønn, sesong og biltilgang.

Avstandskoeffisienten (**CK_DS**) kan tolkes som følsomhet for avstand, og jo lavere tallverdi på koeffisienten, desto mindre er avstandsfølsomheten. Parameterverdien er ekvivalent med en kostnad på kr 8.70 pr kilometer sykkelstans. Vi finner at kvinnelige syklister er mer påvirket av avstand enn menn, og parameteren **CK_DS_KV** uttrykker et tillegg til distanseparameteren. Dette innebærer at én kilometer på sykkel for kvinner er ekvivalent med en kostnad på ca 11 kroner.

Ikke uventet finner vi at sykling er mindre attraktivt i vintermånedene (definert som f.o.m. november t.o.m. mars) enn resten av året, uttrykt ved negativt fortegn på **CK_VINT**.

Dårlig biltilgang, uttrykt ved at respondenten har førerkort men at det ikke er bil i husholdet (**CK_DBTF**), øker tilbøyeligheten til å velge sykkel ved besøksreiser.

Alternativspesifikke variable for alternativet til fots

For alternativet å reise **til fots** er det to alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet.

Parameterverdien for gangdistanse (**WK_DS**) er ekvivalent med en kostnad på kr 16.40 pr kilometer, dvs nær det dobbelte av sykkelstrek for menn. I og med at kvinner har høyere avstandsfølsomhet på sykkel, blir forskjellen i vektlegging av avstand mindre for dem.

Vi finner videre at folk er mer tilbøyelige til å ta beina fatt hvis de bor i et av de ti største byområdene i Norge. Dette fremkommer ved positivt fortegn på parameteren **WK_STBY**.

Generiske variable

Modellen har 2 generiske parametre, dvs parametre som er felles for mer enn én transportmåte. Vi har benyttet notasjonen **GC_** hvis parameteren er felles for bilfører og bilpassasjer og **GA_** når også kollektivtransport er inkludert.

Den generiske koeffisienten for reisekostnad i modellen, **GA_CO**, er -0.0263 . Det ble forsøkt å estimere egne kostnadsparametre for husholdninger med enten høye eller lave inntekter, men disse ble ikke signifikante. Tilsvarende ble forsøkt for personlig inntekt over 400 000 kr pr år. Denne parameteren lå på grensen til å være signifikant, men den gav svært små forskjeller i tidsverdi for de to gruppene, og det var derfor liten grunn til en ekstra segmentering på dette.

For både bilførere og bilpassasjerer finner vi at følsomheten for reisetid er lavere i helgene enn ellers, uttrykt ved positivt fortegn på **GC_WKE**. Denne parameteren skal summeres med **CD_TM** og **CP_TM** for å finne hvilken tidsparameter som gjelder for reiser som foregår i helgen. Forskjellen i tidsfølsomhet for bilreiser i helg og ellers er trolig knyttet til at tidsbudsjettet er mindre stramt i helgene, samt at besøksreiser som foregår i helg gjerne er til destinasjoner lenger borte enn på hverdager. Tilsvarende forskjell ble ikke funnet for kollektivtransport.

For bedre å treffe avstandsfordelingen i datamaterialet er det lagt inn avstands-dummyer i modellspesifikasjonen. For bilførere og bilpassasjerer endte vi opp med å bruke en dummy for avstander inntil 5 km én vei (med parameter **GC_5**) og en for avstander mellom 10 og 50 km én vei (**GC_1050**).

Variable for valg av destinasjon

I modellen for besøksreiser er befolkning (**D_BEF**) eneste destinasjonsvariabel. Det er mulig at flere variable kunne vært inkludert, men det er vanskelig å tenke seg at det skal være noen positiv sammenheng mellom andre tilgjengelige sone-data (f eks antall arbeidsplasser i ulike næringer, skoleplasser, antall hytter og hoteller osv) og besøksreiser. I en tidlig test fant vi at antall arbeidsplasser var signifikant og gav en modell med bedre likelihood, men det er likevel vanskelig å finne en god grunn for at denne variabelen bør være med og den er derfor droppet i endelig modell.

5.8 Valg av transportmiddel og destinasjon for bostedsbaserte handle- og servicereiser

5.8.1 Datamaterialet

Av datamaterialets 26743 bostedsbaserte rundturer er det 5923 handle- og servicereiser (22 prosent). Ved estimeringen forkastes 240 observasjoner, slik at modellen for handle- og servicereiser er estimert på 5683 rundturer. Som for besøksreisene forkastes flest reiser fordi det ikke er LoS-data til valgt destinasjon (hovedsakelig fordi reisen er lenger enn 100 km én vei). Noen observasjoner forkastes også fordi respondenten har foretatt valg som ikke er tilgjengelig ifølge LoS-dataene.

I tabell 5.19 gis en oversikt over transportmiddelvalg og tilgjengelighet for handle- og servicereisene til valgt destinasjon:

Tabell 5.19. Transportmiddelvalg og tilgjengelighet for handle- og servicereisene.

Alternativ	Valgt	Valgt, prosent	Ikke valgt	Tilgjengelig	Ikke tilgjengelig	Ikke tilgj, prosent
Bil, fører	3154	55%	1194	4348	1335	22%
Bil, passasjer	675	12%	5008	5683	0	0%
Kollektivtransport	230	4%	1804	2034	3649	59%
Sykkel	216	4%	5277	5493	190	3%
Til fots	1408	25%	3316	4724	959	16%
Totalt	5683	100%				

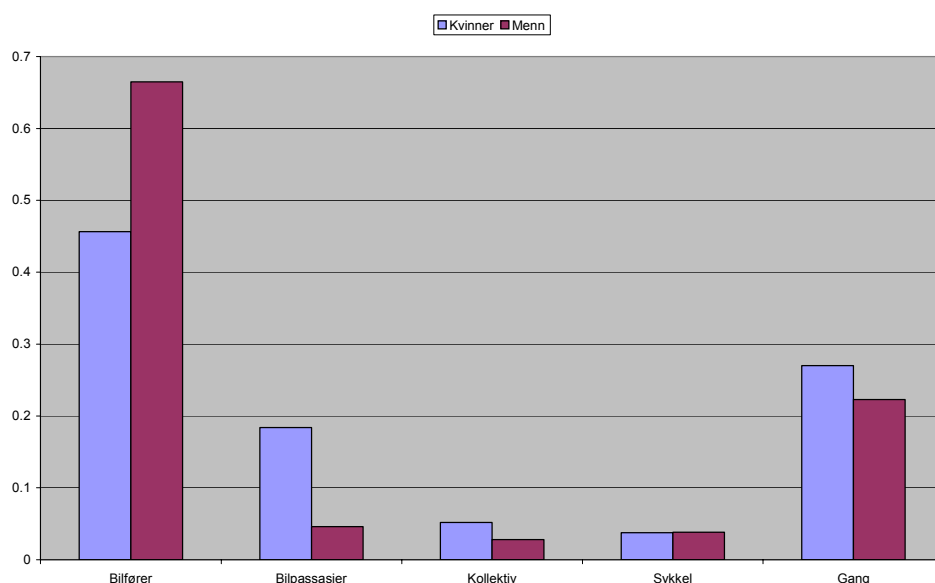
TØI-rapport 766/205

Vi ser at det er klart flest observasjoner som bilfører (55 prosent). Bare 230 turer i datamaterialet (4 prosent) har benyttet kollektivtransport. Som for besøksreisene er kollektivtransport kun tilgjengelig for ca 40 prosent av observasjonene i materialet.

Alternativet sykkel er tilgjengelig for 97 prosent og gang for 84 prosent av observasjonene. Ut fra kriteriene for ekskludering i datamaterialet kan vi av dette slutte at 84 prosent av respondentene har reist til destinasjoner som er nærmere enn 10 km fra bostedet og at bare 3 prosent har målpunkter lenger enn 30 km unna bostedet. Andelen kollektivreiser størst i tettbygde strøk.

Figur 5.14 viser fordelingen på reisemåter for hhv kvinner og menn.

Figur 5.14. Fordeling på reisemåter for kvinner og menn



TØI-rapport 766/2005

Vi ser at kvinner i atskilling større grad enn menn er passasjer i bil ved handle- og servicereiser, mens menn ofte er bilførere. Mer enn 65 prosent av mennene i materialet er bilfører, mens tilsvarende tall for kvinner er 45 prosent. Kvinner bruker mer kollektivtransport enn menn og de går oftere. Andelen som bruker sykkel er tilnærmet lik for dette reisemålet.

5.8.2 Modellen

Tabell 5.20 viser den endelige modellen for bostedsbaserte handle- og service-reiser. Modellen er multinomisk og basert på 5683 observasjoner (rundturer). Det er også estimert varianter av denne modellen med trestrukturer. Varianten med destinasjonsvalget over transportmiddelvalget fikk en logsumkoeffisient større enn 1, mens modellen med transportmiddelvalget over destinasjonsvalget hadde en noe bedre log-likelihood-verdi enn den multinomiske. Kostnadskoeffisienten ble imidlertid lavere i tallverdi og signifikans, samtidig som enkelte av tidskoeffisientene økte kraftig, noe som gir betydelig høyere implisitte tidsverdier. Den multinomiske modellen er derfor foretrukket fremfor de strukturerte.

Tabell 5.20. Modell for valg av transportmåte og destinasjon for bostedsbaserte handle- og servicereiser

Modell			Shsigj_860	
Observations			5683	
Final log L			-21876.3	
D.O.F.			34	
Rho ² 0			0.387	
Rho ² c			-3.085	
Koeffisient	Variabel	Beskrivelse	Estimat	T-verdi
Bil som fører				
CD_TM	Car_TM	Kjøretid	-0.0429	(-15.7)
CD_TM_KV	Car_TM*Female	Kjøretid, tillegg for kvinne	-0.0138	(-5.3)
CD_FF	FF	Dummy for flere besøk (sekundær destinasjon)	0.410	(2.4)
CD_GBTF_K	GBTF*Female	Dummy for kvinne hvis konkurr. om bilen (ant. biler < ant. førerkort)	-0.635	(-7.3)
CD_2544	AG2544	Dummy for alder 25-44 år	0.601	(6.2)
CD_1040	DST_10_40	Dummy bilfører for avstand mellom 10 og 40 km (én vei)	-0.670	(-9.5)
CD_00		Konstantledd	0.0598	(0.2)
Bil som pass.				
CP_TM	Car_TM	Kjøretid	-0.0359	(-12.6)
CP_KV	Female	Dummy for kvinne	1.33	(10.8)
CP_FBTP	FBTP	Dummy for ikke førerkort men bil i husstanden	0.577	(4.6)
CP_DBTP	DBTP	Dummy for ikke førerkort og ikke bil i husstanden	-0.969	(-6.0)
CP_1040	DST_10_40	Dummy bilpassasjer for avstand mellom 10 og 40 km (én vei)	-0.452	(-4.1)
CP_00		Konstantledd	-3.47	(-11.4)
Kollektivtrsp.				
PT_TM	PTr_TM	Ombordtid	-0.0182	(-6.0)
PT_WAIT	PTr_W_sqr	Ventetid (formulert som kvadratrotten av ventetid)	-0.243	(-4.2)
PT_AC	PTr_AETM	Gangtid	-0.0373	(-7.1)
PT_XF	PTr_Xfer	Antall omstigninger	-0.632	(-6.6)
PT_KV	Female	Dummy for kvinne	0.607	(3.6)
PT_1050	DST_10-50	Dummy (kollektivt) for avstand mellom 10 og 50 km (én vei)	-0.637	(-3.5)
Sykkel				
CK_DS	WC_DST	Distanse	-0.405	(-21.1)
CK_VINT	VINTER	Dummy for vinter	-0.906	(-5.4)
CK_STBY	REGBY	Dummy for bosatt i storbyregion (10 største byområdene)	0.886	(5.5)
CK_00		Konstantledd	-0.665	(-2.1)
Til fots				
WK_DS	WC_DST	Distanse	-0.713	(-48.7)
WK_OSLO	Ifreq(regtype,1)	Dummy for bosatt i Oslo-området	1.87	(19.7)
WK_MBY	Ifin(regtype,2,3)	Dummy for bosatt i et av de 10 største byområdene, bortsett fra Oslo	1.07	(9.9)
WK_2544	AG2544	Dummy for alder 25-44 år	0.470	(4.3)
WK_65	AGE65	Dummy for alder 65 år og eldre	0.449	(4.6)
WK_00		Konstantledd, til fots	1.27	(4.2)
Generiske				
GA_CO	Car_CST,PTr_CST	Kostnad, bil og kollektivt	-0.0390	(-16.9)
GC_P6	Park6d	Parkeringsindikator nivå 6	-0.869	(-7.9)
GC_5	DST_5	Dummy (bilfører og passasjer) for avstand inntil 5 km (én vei)	1.20	(21.7)
Dest. (size)				
D_BEF	TOTBEF/100	Befolkning i sonen, dividert på 100	1	*
D_AHEL	Aphel	Ansatte innen helse og sosiale tjenester	-2.81	(-19.0)
D_AVHA	Apvha	Ansatte i varehandel mv	0.231	(3.2)

TØI-rapport 766/2005

Vi vil i de følgende avsnitt kommentere de alternativspesifikke variablene som er tilknyttet hver av transportformene. Deretter følger avsnitt om generiske variable, om spesielle variable som er introdusert for å treffe avstandsfordelingen i data-materialet bedre, og om destinasjonsvariable (sizevariable).

Tabell 5.21 gir en oversikt over implisitte tidsverdier i modellen slik den er vist i forrige tabell.

Tabell 5.21. Implisitte tidsverdier i modellen for handle- og servicereiser

	Kr/time
Bilfører (CD) mann	66
Bilfører (CD) kvinne	87
Bilpassasjer (CP)	55
Kollektiv (PT), ombordtid	28
Kollektiv (PT), gangtid	57
Kollektiv (PT), ventetid ved 5 min	84
Kollektiv (PT), ventetid ved 30 min	34
Kollektiv (PT), ventetid ved 60 min	24

TØI-rapport 766/2005

Vi merker oss forskjellen mellom menn og kvinner for bilførere, selv om denne ikke er like stor som i modellen for tjenestereiser. Forskjellen mellom kvinnelige og mannlige bilførere *kan* som tidligere nevnt være knyttet følgende forhold:

- Kvinner vurderer ulempen ved å kjøre bil som større enn det menn gjør.
- Kvinner har et strammere tidsbudsjett enn menn. Tidsstudier viser at de f eks bruker mer tid på husarbeid og omsorg for barn og eldre selv når de er i fulltidsjobb.
- Kvinners reiser kortere enn menn, spesielt på reiser som bilfører.

Når det gjelder modellens evne til å treffe observert transportmiddelfordeling fra RVU, er konklusjonen den samme som for besøksreisene: i total treffer en observert mønster nærmest eksakt (slik det alltid vil være når man har med alternativspesifikke konstanter), mens det innen enkelte regioner/region typer er visse avvik innenfor akseptable grenser.

5.8.3 Variablene i modellen

Alternativspesifikke variable for alternativet bil som fører

Alternativet **bil som fører** har 6 alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet.

Kjøretidsvariabelen for bilførere er i modellen segmentert etter kjønn. Dette er gjort ved å estimere en tilleggskoeffisient for kvinner i interaksjon med kjøretid (**CD_TM_KV**). Tidskoeffisientene som er estimert viser at kvinnelige bilførere legger større vekt på tiden som brukes i bil enn det menn gjør (menns tidskoeffisient er **CD_TM**, mens kvinners er **CD_TM + CD_TM_KV**). Forklaringene på hvorfor vi finner forskjell i tidskoeffisient mellom kvinner og menn er trolig de samme som er nevnt i tilknytning til de andre reiseformålene.

Vi kan tenke oss at det å ha et annet besøk underveis (sekundær destinasjon) er med på å påvirke transportmiddelvalget. Det er derfor spesifisert en dummyvariabel **FF** som trer i kraft hvis reisen har minst én sekundær destinasjon. Vi vil forvente at flere destinasjoner/besøk underveis øker sannsynligheten for bruk av bil, noe som bekreftes av positivt fortegn på parameteren **CD_FF**.

Dersom det i et hushold er færre biler enn antall førerkort, ser det ut til at det gjerne er kvinnene som "taper konkurransen" om bilen. Dette reflekteres i parameteren **CD_GBTF_K**, som har negativt fortegn.

Den positive parameteren **CD_2544** uttrykker at personer i alderen 25 til 44 år i større grad enn andre benytter bil (som fører) på sine handle- og servicereiser.

I modellen for tjenestereiser ble det påvist økt sannsynlighet for bruk av bil (som fører) dersom en har firmabil. Tilsvarende sammenheng finner vi ikke for handle- og servicereisene, noe som kan skyldes at bare ca 1 prosent av reisene i datamaterialet for dette formålet er gjennomført av personer med firmabilordning hvor arbeidsgiver dekker alle utgifter. For tjenestereisene var tilsvarende tall 8,5 prosent.

Også for besøks- og servicereisene var det problemer med å treffe avstandsfordelingen fra datamaterialet. Basert på omfattende uttesting har vi i denne modellen valgt å ta med en avstandsdummy for avstander inntil 5 km én vei med felles generisk parameter for bilfører og bilpassasjer, en dummy for avstander mellom 10 og 40 km én vei med forskjellig parameter for bilfører (**CD_1040**) og bilpassasjer og en dummy for avstander mellom 10 og 50 km én vei for kollektivturer.

Alternativspesifikke variable for alternativet bil som passasjer

For alternativet **bilpassasjer** er det fire alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet. For bil som fører ble reisetiden segmentert etter kjønn, med relativt stor forskjell mellom tidskoeffisienten for menn og kvinner. For alternativet bilpassasjer finner vi ikke tilsvarende forskjell mellom kjønnene. Tidskoeffisienten for bilpassasjerer, **CP_TM**, er for handle- og servicereisene en del lavere enn for bilførere, mens vi for besøksreisene fant at tidskoeffisienten for bilpassasjerer var på omtrent samme nivå som for mannlige bilførere.

Parameteren **CP_KV** uttrykker at kvinner i større grad er bilpassasjerer enn menn, som tidligere vist i figur 1.

Parameteren **CP_KV** har positivt fortegn og forteller at kvinner i større grad enn menn er bilpassasjer ved handle- og servicereiser.

Positivt fortegn på parameteren **CP_FBTP** viser at personer som mangler førerkort, men har bil i husholdet i større grad er passasjer i bil enn andre. Dersom en ikke har førerkort og heller ikke bil i husholdet er sannsynligheten for å være bilpassasjer mindre enn den ellers ville vært (**CP_DBTP**).

For å treffe avstandsfordelingen fra datamaterialet bedre er det tatt med en avstandsdummy for avstander mellom 10 og 40 km én vei for bilpassasjerer, med parameter **CP_1040**.

Alternativspesifikke variable for kollektivtransport

Alternativet **kollektivtransport** har 5 alternativspesifikke variable.

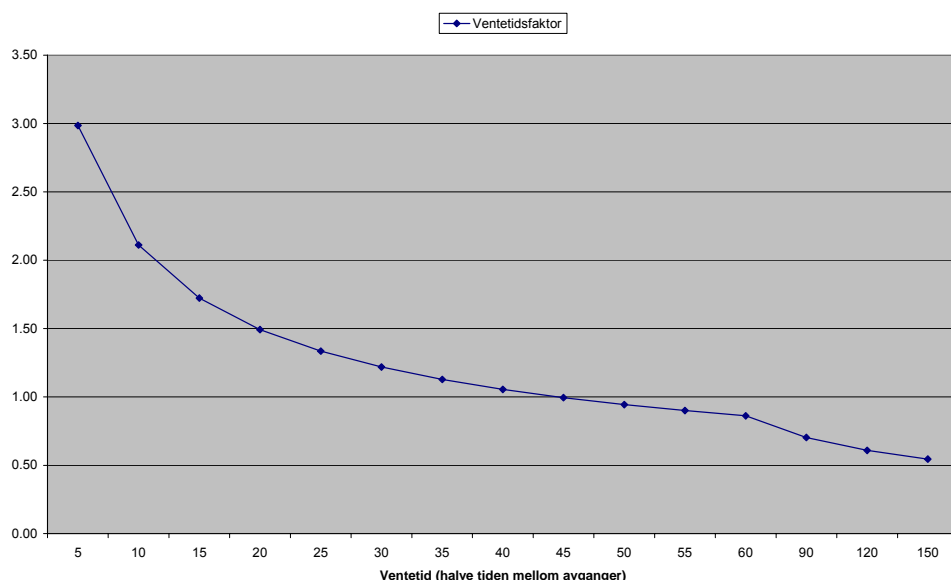
For de kollektivreisende finner vi ingen signifikant forskjell i parameteren for reisetid (ombordtid), **PT_TM**, mellom kvinner og menn.

Modellen i tabell 5.19 er basert på kvadratroten av total ventetid, definert som halve tiden mellom avgangene, med tilhørende parameter **PT_WAIT**. Ved å transformere ventetiden med kvadratroten får man redusert effekten av lange ventetider ganske kraftig, noe som uttrykker at en ved lave frekvenser tilpasser seg transportmidlets avgangstid. Man får samtidig en ventetidsvekt som varierer

med størrelsen på ventetiden. Figur 5.15 viser ventetidsfaktoren, dvs hvor mye ventetiden betyr i forhold til ombordtiden.

Vi ser at ett minutt ventetid betyr tre ganger så mye som ett minutt ombordtid ved en ventetid på 5 minutter. Etter hvert som ventetiden øker synker ventetidsfaktoren til 1 ved ca 45 minutter og i overkant av 0,5 ved 150 minutters ventetid.

Figur 5.15. Ventetidsfaktor i modellen for handle- og servicereiser.



TØI-rapport 766/2005

Parameteren for gangtid til og fra det kollektive transportmidlet (**PT_AC**), gir en vekt for gangtid (i forhold til ombordtid) på 1.7, som er svært nær den faktoren som ble lagt til grunn i nettverksmodellen (1.8). For å undersøke om bil eller sykkel er brukt som tilbringermåte til kollektivtransporten har vi testet om det er forskjeller på lange og korte gangtider, med ulike grenser for kort og lang. Parameterestimaterne for hhv kort og lang gangtid ble imidlertid ikke signifikant forskjellig fra hverandre. Vi har dermed beholdt én koeffisient for gangtidsvariabelen.

Antall omstigninger i kollektivtransporten viser seg signifikant for handle- og servicereisene, med en parameter, **PT_XF**, som tilsier at en omstigning vurderes som like negativt som nærmere 35 minutter om bord i kollektivtransportmidlet. Dette er betydelig høyere enn det som ble lagt til grunn i beregningene av transportkvalitetsdata (ulempe tilsvarende 10 minutter pr omstigning), og også høyere enn for tjenestereisene (26 minutter). Den høye verdien kan bl a skyldes at det ikke er spesielt attraktivt å bytte transportmiddel på vei hjem fra handletur med tre bærepåser i hånden.

Vi har ikke klart å estimere egne parametre for fergetid, da det er for få observasjoner på ferge i datamaterialet for handle- og servicereiser.

Positivt fortegn på parameteren **PT_KV** viser at kvinner i større grad enn menn velger kollektive transportmidler, noe som også framgikk av figur 5.14.

For å treffe avstandsfordelingen fra datamaterialet bedre er det tatt med en avstandsdummy for avstander mellom 10 og 50 km én vei for kollektivturer, med parameter **PT_1050**).

Alternativspesifikke variable for sykkelalternativet

Alternativet **sykkel** har 3 alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet. Disse variablene indikerer bl a at det ved bruk av sykkel på handle- og service-reiser er forskjeller når det gjelder tid på året og hvor i landet man er bosatt.

Avstandskoeffisienten (**CK_DS**) kan tolkes som følsomhet for avstand, og jo lavere tallverdi på koeffisienten, desto mindre er avstandsfølsomheten. Parameterverdien er ekvivalent med en kostnad på drøyt 10 kr pr kilometer sykkel-distanse.

Ikke uventet finner vi at sykling er mindre attraktivt i vintermånedene (definert som f.o.m. november t.o.m. mars) enn resten av året, uttrykt ved negativt fortegn på **CK_VINT**.

Vi finner videre at personer bosatt i et av de ti største byområdene i Norge (**CK_STBY**) har større tendens til å bruke sykkel på handle- og servicereiser enn de som er bosatt andre steder i landet. En årsak til dette kan være at sykkelveg-nettet er bedre utbygd i byene enn ellers.

Alternativspesifikke variable for alternativet til fots

For alternativet å reise **til fots** er det fem alternativspesifikke variable i tillegg til konstantleddet.

Parameterverdien for gangdistanse (**WK_DS**) er ekvivalent med en kostnad på drøyt 18 kr pr kilometer, dvs nær det dobbelte av sykkel-distanse.

Vi finner videre at folk er mer tilbøyelige til å ta beina fatt hvis de er bosatt i et av de ti største byområdene i Norge. Dette fremkommer ved positivt fortegn på parametrene **WK_OSLO** og **WK_MBY**. Parameteren for Oslo (**WK_OSLO**) er større i tallverdi enn parameteren for de resterende ti største byområdene (**WK_MBY**), og innebærer at folk i Osloregionen er de som i størst grad går til fots på sine handle- og servicereiser.

Vi finner videre at aldersgruppene 25 til 44 år og 65 år og eldre i større grad enn andre går i forbindelse med handle- og servicereiser. Dette fremgår av positivt fortegn på parametrene **WK_2544** og **WK_65**.

Generiske variable

Modellen har 3 generiske parametre, dvs parametre som er felles for mer enn én transportmåte. Vi har benyttet notasjonen **GC_** hvis parameteren er felles for bilfører og bilpassasjer og **GA_** når også kollektivtransport er inkludert.

Den generiske koeffisienten for reisekostnad i modellen, **GA_CO**, er -0.039 . Det ble forsøkt å estimere egne kostnadsparametre for husholdninger med enten høye eller lave inntekter, men disse ble ikke signifikante.

Variabelen **park6d** er brukt som en indikator på mulige parkeringsproblemer, men er i realiteten en indeks som sier noe om arbeidsplass tettheten i destinasjonene. Tanken er at det i områder med høy arbeidsplass tetthet både kan være dyrt å parkere og vanskelig å finne parkeringsplass i nærheten av reisemålet, slik at en kanskje må bruke noe tid på å lete etter parkeringsplass og kanskje også må gå et

stykke fra der man parkerer til endelig destinasjon. Dette er nærmere omtalt i notatet om tjenestereiser.

Positiv verdi på koeffisienten **GC_P6** indikerer en ekstra ulempe ved å reise med bil (både fører og passasjer) til destinasjoner med parkeringsindeks 6, som er de grunnkretsene som har høyest arbeidsplass tetthet. Uttrykt i kroner kan man regne ulempen til å være ca 22 kroner. Denne verdien er betydelig lavere enn for tjenestereiser, slik man kan forvente.

For å treffe avstandsfordelingen fra datamaterialet bedre er det benyttet en generisk parameter (**GC_5**) for en dummy som gjelder for avstander inntil 5 km én vei. Denne kommer i tillegg til egne parametre som er benyttet for de enkelte transportformer (for lengre avstander).

Variable for valg av destinasjon

I modellen for handle- og servicereiser har befolkning (**D_BEF**), ansatte innen helse og sosiale tjenester (**D_AHEL**) og ansatte i varehandelen (**D_AVHA**) vist seg signifikante som destinasjonsvariable. Dette er variable som reflekterer kvantitet i destinasjonene, og de inngår dermed i såkalte size-funksjoner i modellen.

5.9 Valg av transportmiddel og destinasjon for bostedsbaserte ”andre reiser”

Som tidligere nevnt er dette en ”sekkepost” som representerer et relativt inhomogent reiseformål. Hente/følge andre personer og reiser i forbindelse med ulike fritidsaktiviteter utgjør relativt store andeler. I utgangspunktet må man derfor regne med at det for dette reiseformål kan være relativt vanskelig å karakterisere forskjellige soners attraktivitet som reisemål ved hjelp av de variable som er tilgjengelig. Ved estimeringen hadde vi f.eks ikke tilgang til data om lokaliseringen av skoler, barnehager, idrettsanlegg, terminaler for kollektivtrafikk mm, som kan være relevant informasjon når det gjelder å forklare valg av destinasjon for slike reiser.

5.9.1 Datamaterialet

Det var preparert 6967 observasjoner for dette reiseformålet. Ved estimeringen ble nesten 200 observasjoner ekskludert av ulike grunner. Tabell 5.22 gir fordelingen på reisemåter for valgt destinasjon.

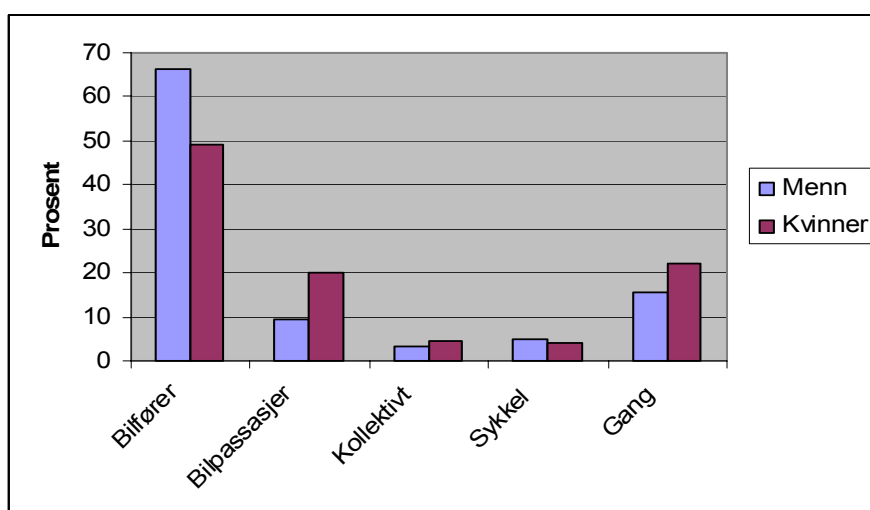
Tabell 5.22. Fordelingen på reisemåter for valgt destinasjon

	I alt	Prosent
Bilfører	3871	58.0
Bilpassasjer	978	14.7
Kollektivt	268	4.0
Sykkel	303	4.5
Gang	1253	18.8
I alt	6673	100.0

TØI-rapport 766/2005

I likhet med det som er tilfelle for de andre reiseformål er det relativt stor forskjell på menn og kvinner når det gjelder reisemåte.

Figur 5.16. Reisemiddelvalg for valgt destinasjon for menn og kvinner



TØI-rapport 766/2005

5.9.2 Modellen

Det ble i forbindelse med estimeringen testet svært mange modellformuleringer og modellstrukturer og ingen ga egentlig resultater som vi var helt tilfreds med. I tillegg til at reiseformålet er svært inhomogent kan noe av årsaken til problemene også være en relativt høy andel meget korte reiser hvor det på grunn av de kodede sonetilknytninger mange steder blir ekstra store problemer med LoS-data.

Den modell som vi ble stående ved har en nestet struktur med destinasjonsvalg over reisemiddelvalg. I dette tilfellet er dette også naturlig siden det tydeligvis er "vanskeligere" å forklare destinasjonsvalg enn reisemiddelvalg og dette bekreftes av at vi her har en logsumparameter som blir signifikant mindre enn 1.

I forsøket på å karakterisere destinasjonsvalget endte vi opp med en såkalt size-funksjon med vesentlig flere forklaringsvariable enn i de øvrige modeller.

Noen av parameterne (med tilhørende variable) i tabell 5.23 er ikke tatt med i implementeringen fordi modellen tilpasses virkedager utenom vinter. Disse parametre er merket med *.

Tabell 5.23. Implementert modell for "andre reiser".

File			otp_0421_2.F12	
Observations:			6676	
Final log L:			-34375,1	
D.O.F.			41	
Rho ² 0			0,197	
Rho ² c			-4,304	
Koeffisient	Variabel	Nyttefunksjon	Estimat	T-verdi
Bil som fører				
CD_2544	1=alder 25-44	CD	0.385	5.9
CD_2DEST	1=sekundær dest	CD	0.426	3.3
CD_FEM	1=kvinne	CD	-0.518	-6.4
GC_TM_Hk	tid*kvinne*virkedag	CD	-0.0146	-6.2
GC_TM_Wm*	tid*mann*helg	CD	0.0225	11.2
GC_TM_Wk*	tid*kvinne*helg	CD	0.0205	9.0
GC_TM	tid (mann,virkedag)	CD	-0.0528	-25.4
CD_00	Konstantledd	CD	-0.283	-3.0
Bil som passasjer				
CP_NOCAR	1=ikke biltilgang	CP	0.443	4.8
CP_FEM	1=kvinne	CP	0.671	6.8
CP_00	Konstantledd	CP	-2.75	-24.7
Kollektivtransport				
PT_TM_WE*	ombordtid*week-end	PT	0.0087	3.4
PT_FY3	1=Oslo	PT	0.733	4.6
PT_NOCAR	1=ikke biltilgang	PT	0.934	6.2
PT_WAIT	√ventetid	PT	-0.148	-2.6
PT_AC	Gangtid	PT	-0.0354	-7.1
PT_TM	Ombordtid	PT	-0.0246	-9.0
PT_00	Konstantledd	PT	-1.82	-6.0
Sykkel				
CKF_DS	distanse*kvinne	CK	-0.0674	-4.6
CK_WIN*	1=vinter	CK	-1.27	-7.8
CK_1315	1=alder 13-15	CK	1.08	7.0
CK_DS	Distanse	CK	-0.185	-17.0
CK_00	Konstantledd	CK	-1.68	-14.0
Gang				
WK_BTS	1=Brg,Theim,Stvngr	WK	0.522	3.2
WK_FY2	1=Akershus	WK	0.595	6.2
WK_FY3	1=Oslo	WK	0.957	9.1
WK_WIN*	1=vinter	WK	0.174	2.4
WK_WKE*	1=week-end	WK	0.769	9.1
WK_DS	Distanse	WK	-0.417	-39.9
Generiske				
GA_CO	Reisekostnad	CD, CP, PT	-0.016	-11.4
K_INT	1=kom.intern	Alle	1.4	-24.9
WCK_RUR	1=regiontype 5	CK, WK	-0.422	-4.8
GC_PA6	1=park.kategori 6	CD, CP	-1.17	-12.3
Destinasjon (size)				
D_AREA	Soneareal	Size	-1.065	-9.5
D_HYTT	antall hytter i sone	Size	-2.56	-20.5
D_HOT	antall hotell i sone	Size	1.31	-4.9
D_AUND	ans. i undervisning	Size	-1.84	-22.7
D_AOFF	ans. i off virks.het	Size	-2.68	-18.8
D_AHOT	ans. i hot&rest	Size	-0.98	-11.2
D_AVHA	ans. i varehandel	Size	-3.24	-29.3
Logsum				
LSCOEFF	Logsumparameter		0.951	-55.8

TØI-rapport 766/2005

Implisitte tidsverdier i denne modellen er vist i tabell 5.24.

Tabell 5.24. Implisitte tidsverdier for ”andre reiser”

Tidskomponent	Kr/time
Bilfører (CD):	
Mann	198
Kvinne	253
Tillegg helg	-84(m), -77(k)
Bilpassasjer (CP):	
Mann	198
Kvinne	253
Tillegg helg	-84(m), -77(k)
Kollektiv (PT):	
Ombordtid	92
Tillegg helg	-32
Gangtid	133
<i>1 minutt ekstra ventetid:</i>	
Ved 5 minutters ventetid	124
Ved 30 minutters ventetid	51
Ved 60 minutters ventetid	36

TØI-rapport 766/2005

5.9.3 Variablene i modellen

GA_CO er en generisk kostnadsparameter, dvs den er felles for bilfører, bilpassasjer og kollektivtrafikk. Kostnadsparameteren er relativt lav i forhold til det som er tilfelle i de andre MD-modeller og er sammen med høye parameterverdier for reisetid årsaken til at de implisitte tidsverdier blir (urealistisk) høye i denne modell. **K_INT** har en variabel som er 1 for alle kommuneinterne reiserelasjoner og 0 ellers. Relativt høy positiv verdi reflekterer at folk, alt annet likt, har en tendens til å velge kommuneinterne destinasjoner for dette reisemålet. Dette er neppe urealistisk gitt at reisemålet sikkert ofte har tilknytning til en eller annen form for kommunal service.

I nyttefunksjonen for gang har vi med en del dummyvariable. Disse reflekterer at det er visse systematiske forskjeller mellom geografiske områder når det gjelder sannsynligheten for å gå. Denne sannsynlighet er også større i helgene.

For sykling har vi, ikke uventet, en vesentlig lavere sannsynlighet for å sykle på vinteren (**CK_WIN**), mens ungdom i alderen 13-15 har en større sannsynlighet for å sykle enn andre (**CK_1315**). For kvinner får distanse en større effekt enn for menn (**CKF_DS**), noe som primært reflekterer at menn i gjennomsnitt har lenger sykkelturner enn kvinner.

For kollektivtrafikk merker vi oss at parameteren for ombordtid får et positivt tillegg i helgene (**PT_TM_WE**), noe som trolig reflekterer at vi da gjennomgående har et mindre stramt tidsbudsjett og reiser lenger. Vi har en signifikant parameter for en dummyvariabel for bosted Oslo (**PT_FY3**) når det gjelder kollektivtrafikk. Man reiser altså her mer kollektivt enn det vi kan forklare gjennom kvaliteten på kollektivtilbudet og andre transportstandardvariable. Forholdet mellom parameter for ombordtid (**PT_TM**) og gangtid (**PT_AC**) innebærer at 1 minutt gangtid motsvarer 1,4 minutt ombordtid.

Også i denne modellen er kvadratrotten av ventetid benyttet som variabel, noe som innebærer at betydningen av et ekstra minutt ventetid varierer med størrelsen på

ventetiden i utgangspunktet. Parameteren (**PT_WAIT**) innebærer at dersom ventetiden i utgangspunktet er 9 minutter, verdsettes et ekstra minutt ventetid som likeverdig med et minutt ekstra ombordtid. Ved høyere ventetid betyr et ekstra minutt mindre og ved lavere ventetider mer enn ett minutt ombordtid. For overgang var det ikke mulig å få estimert noen signifikant parameter med riktig fortegn.

Det var et problem å få estimert separate tidsparametere for bilfører og bilpassasjer for ”andre reiser”. Disse reisemåter har derfor en felles parameter, men det skilles mellom menn og kvinner og virkedøgn/helg. Kvinner får en høyere tidsparameter (i tallverdi) enn menn på virkedager (**GC_TM + GC_TM_Hk**) og begge kjønn får et positivt skift i tidsparameteren i helger, som primært reflekterer at reisene i gjennomsnitt er lenger da. Indirekte henger dette trolig sammen med mindre ”stramme” tidsbudsjetter.

Fortegn og størrelse på parameteren **CD_2DEST** viser at andelen bilførere er høyere når rundturen har en sekundær destinasjon i tillegg til hoveddestinasjon. I implementeringen slår denne parameteren inn for rundturer med 2 destinasjoner.

Parameterne for variable i size-funksjonen (bortsett fra befolkning i sonen som har en parameter normert til 1) viser at det er en rekke variable som gir signifikant bidrag til å forklare destinasjonsvalget. Merk at de estimerte parametere egentlig ikke er en parameter som skal multipliseres med den tilhørende variabel. Denne multiplikasjonen skal gjøres med $e^{\text{parameter}}$ slik at den ”egentlige” parameter blir positiv for alle variable.

Generelt for denne modell er det 2 problemer:

1. Det var vanskelig å gjenskape observert avstandsfordeling med akseptabel nøyaktighet og samtidig få fornuftige parameterestimater (avstandsfordelingen kan man alltid, isolert sett, få på plass ved hjelp av tilstrekkelig mange dummy-variable). En viktig grunn er trolig at reiseformålet er så inhomogent og at vi manglet en del variable som kunne karakterisere soners attraktivitet i forhold til dette.
2. Den implementerte modell har urimelig høye tidsverdier etter vår mening, spesielt når det gjelder bil, men også for kollektivtrafikk. Dette henger kanskje noe sammen med det første punkt, men det er også et resultat som lett vil oppstå når man har for sterk korrelasjon mellom tid og kostnad. Da vil man som i denne modellen kunne få en relativt høy verdi på parametere for tid som samtidig er presist estimert (høy t-verdi), mens parameteren for kostnad blir vesentlig lavere i tallverdi og får en vesentlig lavere t-verdi.

Etter mye testing av alternativer valgte vi allikevel å bli stående ved denne modell, men det ville sikkert vært en fordel om observasjonene som inngår her hadde blitt fordelt mellom minst to formål som innbyrdes var mer homogene.

5.10 En generell kommentar til estimerte MD-modeller

Samlet sett betrakter vi de implementerte modeller som det beste vi har klart å få til med de data og ressurser som har vært til rådighet. I ettertid har vi erkjent at det har vært svakheter, spesielt i LoS-data som vi var oppmerksomme på. Noe av dette er påpekt ovenfor. En variabel som ikke er nevnt spesielt, er overganger for

kollektivreiser. Fra andre undersøkelser vet vi at dette vanligvis betraktes som en relativt stor ulempe. Estimerer man imidlertid modeller på data som har manglet viktige ruter, vil LoS-data kunne inneholde urealistisk mange overganger for reiserelasjoner hvor datamaterialet inneholder kollektivreiser. Dermed virker det som om overgangene ikke har noen betydning. Et annet forhold er at antall overganger i LoS-datafilene bare er heltall (0, 1, 2, 3,..osv). I et litt komplisert rutesystem har som regel trafikantene flere attraktive reiseruter som de fordeler seg på etter de algoritmer som benyttes i rutevalgmodellen. Antall overganger som rapporteres, i dette tilfellet av TRIPS, burde da være et veid gjennomsnitt av antall overganger for de attraktive rutevalg. Dette vil ikke nødvendigvis bli hele tall, så her er det noe som ikke stemmer.

Enten det er systematiske skjevheter slik at en beregnet variabel jevnt over får for høy eller for lav verdi eller det er tilfeldige målefeil, så vil det innvirke på de parametere som blir estimert. Det er ikke sikkert at dette har så store konsekvenser hvis man senere bare anvender modellene med data som har de samme svakheter. Med data som ikke har samme type systematiske feil og kanskje også mindre "tilfeldige" feil vil det imidlertid ikke lenger være konsistens mellom de data som benyttes og estimerte parametere, og modellene kan da systematisk feilpredikere. Dette er selvsagt ikke noe som bare gjelder for de modeller som her er estimert.

5.11 Skolereiser

5.11.1 Generelt

Fem prosent av rundturene i RVU2001 er skolereiser, men prosjektet har ikke omfattet estimering av egen modell for valg av transportmiddel og destinasjon for dette reiseformålet. Årsaken til dette er at kollektivtilbudet for skolereisene ikke er kodet i nettverkene. Det er i stedet gjort en forenklet beregning av en OD-matrise for disse reisene. Jobben har bestått i å estimere matriser for totalt antall reiser et "normalt" virkedøgn, uten nærmere fordeling på reisemåter.

Skolereiser som regulært foretas av fast bosatt befolkning omfatter barneskole (6–13 år), ungdomsskole (14-16 år) og videregående skoler (17-19 år). I tillegg kommer høyere utdanning hvor man har et stort innslag av personer som er hjemmehørende i andre kommuner/fylker enn der hvor de går på skole. Ofte bor de også på et annet sted enn der de er registrert som fast bosatt.

RVU2001 omfatter personer som er 13 år eller eldre. For å være konsistent med resten av modellsystemet burde vi derfor strengt tatt bare tatt med skolereisene for disse elevene. I de data som foreligger om elevplasser skilles det imidlertid ikke på alder, og barneskoler og ungdomsskoler går under fellesbetegnelsen grunnskoler. Matrisene for skolereiser omfatter derfor alle aldersgrupper.

Reiser til grunnskoler er i all hovedsak kommuneinterne reiser og er derfor behandlet som det selv om man sikkert har steder hvor noen går på skole utenfor hjemstedskommunen. Reiser til videregående skoler er fylkesinterne reiser og er dermed behandlet som det.

For skolereiser i forbindelse med høyere utdanningsinstitusjoner er det tatt utgangspunkt i antall elever, som fordeles på bostedssone. Det kan her dreie seg

både om fast og midlertidig bosted. En grundigere behandling av disse reisene burde kanskje også vært basert på informasjon om antall hybler i ”studentbyer” lokalisert i ulike soner, men denne type informasjon er ikke tilgjengelig.

Beregningen av matriser for skolereiser er basert på følgende tre datakilder:

- Avstand for korteste avstand langs vei mellom sonepar, kjørt ut fra nettverksmodellen.
- Elevdata pr grunnkrets, fil fra SSB med sonenummer (grunnkrets) og antall bedrifter og elever innenfor ulike skolekategorier.
- Befolkningsdata 2001, fil fra SSB med antall personer etter kjønn og 5-års aldersgruppe pr grunnkrets.

5.11.2 Grunnskolereiser

Fra elevdatafilen har vi elevplasser i grunnskoler pr grunnkrets, mens vi fra befolkningsdatafilen grovt kan regne oss fram til antall personer i grunnskolen pr grunnkrets (hele aldersintervallet 10-14 år, samt deler av intervallene over og under). Tilsvarende beregning kan gjøres for elever i videregående skole.

Dette gir sum på hhv rader og kolonner for en kommunematrix med ”grunnskolereiser”, etter at en viss skalering er gjort for å få antall elevplasser i en kommune til å stemme eksakt med antall personer i grunnskolealder i samme kommune.

For hver kommune gjøres en 2-dimensjonal balansering med høy reisemotstand for å sikre at alle elever blir tilordnet nærmeste skole, gitt bibetingelser om antall elevplasser i de enkelte skoler.

Den 2-dimensjonale balanseringen gjøres ved følgende formel:

$$R_{ij} = e^{\gamma_i + \eta_j + \lambda d_{ij}}$$

hvor d_{ih} er avstand mellom sone i og sone h , λ =reisemotstand og γ_i og μ_j er konstanter som er bestemt slik at summen på rader og kolonner treffer hhv antall personer i aktuelle aldersgrupper og antall elevplasser i aktuelle skoleslag.

Alle kommunematrixene med grunnskolereiser settes deretter sammen i en fylkesmatrix. Den transponerte matrisen legges deretter til for å også få med returreisene.

Alle elever reiser ikke hver dag, og matrisen skaleres noe ned for å ta hensyn til sykefravær og annet fravær, samt til fridager utenom ordinær ferietid (sommer, jul og påske).

5.11.3 Reiser til og fra videregående skoler

De videregående skolene er fylkenes ansvar og reisene er kommuneoverskridende. Det er også slik at ikke alle i de aktuelle aldersgrupper (17-19) tar videregående skole. Innledningsvis forutsetter vi imidlertid at alle i aldersgruppen tar videregående skoler og samme prosedyre som for grunnskole benyttes til å balansere ut en fylkesmatrix for reiser til videregående skole. Siden

det er ulike typer videregående skoler og elevene ikke nødvendigvis går på den nærmeste skole, benyttes en lavere reisemotstand enn for grunnskolereisene. Til den balanserte fylkesmatrisen adderes den transponerte matrise, før hele matrisen skaleres ned for å ta hensyn til fravær og til at ikke personer i aktuell aldersgruppe tar videregående skole. Vi får dermed en fylkesmatrise med reiser til/fra videregående skoler.

5.11.4 Reiser til og fra høyere utdanningsinstitusjoner

Reiser til og fra høyere utdanningsinstitusjoner foretas i stor utstrekning av personer som ikke er fast bosatt i fylket. Bortsett fra for Oslo/Akershus har vi imidlertid forutsatt at studentene reiser til/fra midlertidige bosteder i fylket. For de enkelte soner med høyere undervisningsinstitusjoner fordeles elevene på bosted etter formelen

$$R_{ij} = \frac{B_j e^{\lambda d_{ij}}}{\sum_h B_h e^{\lambda d_{ih}}} E_i$$

hvor B_h = befolkning i sone h og d_{ih} = avstand mellom sone i og sone h,

λ =reisemotstand og E_i er antall elevplasser i sone "i". Deretter adderes den transponerte slik at vi får med både tur og retur. Matrisen for reiser til høyere utdanningsinstitusjoner er trolig i enda større grad enn grunnskolereisene og reisene til videregående skole preget av at reiser ikke foretas hver virkedag, og den skaleres derfor noe ned.

5.11.5 Reisemiddelfordeling

Når det gjelder reisemiddelfordelingen for skolereisene må vi regne med at de aller fleste korte reiser foretas som gang- eller sykkelreiser, og at en liten andel blir kjørt (bilpassasjer). Siden reiser med formål hente/bringe er inkludert i formålet "andre reiser" i modellen, må vi regne med at selve *bilturene* ved kjøring av barn til/fra skole allerede er inkludert.

På lenger avstander vil vi for "grunnskolereiser" ha en blanding av kollektiveiser (høy andel) og bilpassasjer (liten andel). Igjen vil det være slik at selve bilturen i prinsippet skal være inkludert i "andre reiser".

Når det gjelder "grunnskolereiser" vil en enkel løsning være å forutsette at x % blir hentet/brakt med bil og (100-x) % blir betraktet som kollektivtrafikk. Av disse kollektivreisene vil de korte reisene da normalt ende opp som "gang hele veien" mens resten blir fordelt på kollektivruter.

For videregående skoler vil vi ha noenlunde samme struktur som for grunnskolen når det gjelder reisemiddelfordeling, men på grunn av lenger avstander (i gjennomsnitt) vil vi ha en høyere andel kollektivreiser. Antagelig vil en (meget) liten andel av disse reiser foretas som bilfører eller med motorsykklel/moped. Vi

benytter dermed samme fremgangsmåte som for grunnskolereiser når det gjelder fordeling på reisemåter.

Når det gjelder reiser til høyere utdanningsinstitusjoner vet vi at bilbruken i dag er relativt høy når det er gode parkeringsmuligheter. Denne bilkjøringen er ikke inkludert i de øvrige reiseformål. Det er imidlertid vanskelig å håndtere dette på ordentlig måte uten å ha detaljkunnskap om parkeringsforhold mv. En mulighet kan være at man for disse matriser benytter en forenklet versjon av reisemiddelvalgmodellen for arbeidsreiser.

6 Modeller for valg av reisefrekvens-/turgenereringsmodeller

Det vanlige opplegg ved estimering av modeller for turgenerering (TF-modeller) er at man estimerer én modell for hvert reisemål. Dette kan gjøres på litt ulike måter, inklusive logit-modeller hvor man har en nestet struktur og tar utgangspunkt i de samme rundturer som er brukt til estimering av modeller for valg av transportmiddel og destinasjon. Slike metoder gir imidlertid visse problemer med å gjenskape totalt antall enkeltturer som ligger i datamaterialet fra en RVU.

I forbindelse med de nye regionale modellene er det utviklet en ny type turgenereringsmodell. Denne innebærer at vi estimerer en simultan modell for alle reisemål. En viktig fordel ved å behandle alle formål simultant er at man dermed fanger opp at antall besøk som gjennomføres med ulike formål i løpet av en dag er korrelert. For en gitt person (definert ved segmenttilhørighet og bostedsone) gir denne modellen forventet antall besøk totalt og fordelingen av disse mellom formål. De frekvensmodeller eller turgenereringsmodeller som er estimert refererer seg altså verken til enkeltturer eller rundturer, men til *antall besøk* som er foretatt med hvert enkelt reisemål. Dette korresponderer med metoden som er utviklet for å konvertere besøk til rundturer med hhv én og to destinasjoner (se neste kapittel). Den metoden genererer turer/rundturer, men trenger input i form av antall besøk som foretas med ulike formål, slik vi altså får fra reisefrekvens- eller turgenereringsmodellene.

Det er fullt mulig å estimere en totalmodell som omfatter alle aldersklasser (som f.eks. i Larsen, 2002), og vi forsøkte det først. Det ble imidlertid nødvendig med en sterk segmentering med dummyvariable for ulike aldersgrupper, og vi valgte i stedet å estimere uavhengige modeller av samme type for hver av de fem aldersgruppene 13-24 år, 25-34 år, 35-54 år, 55-66 år og 67 år og mer. Selv om det ikke er estimert en egen transportmiddel- og destinasjonsmodell for skolereiser, har vi valgt å inkludere også "skolebesøk" i turgenereringsmodellen.

Datagrunnlaget for estimeringen av reisefrekvensmodellene er personfilen fra RVU2001, påkodet informasjon om antall ærend/besøk foretatt registreringsdagen for hvert av de seks reisemålene. For hver respondent er reisemål for hver enkelt delreise identifisert og kodet på datafilen.

Konseptet for frekvensmodellene går i korthet ut på å estimere en variant av en Poisson-modell (Hurdle-Poisson) for totalt antall besøk i kombinasjon med en multinomisk modell som angir sannsynligheten for at totalt antall besøk skal ha den observerte fordeling på besøksformål. Poisson-modeller benyttes i visse situasjoner hvor man er interessert i sannsynligheten for at en begivenhet skal opptre 0,1,2,3,... osv ganger i løpet av en gitt tidsperiode. I vårt tilfelle er denne begivenheten et besøk på et sted utenfor eget hjem. Hurdle-Poisson er en variant som ivaretar at sannsynligheten for 0 besøk avviker fra det man vil ha i en ren Poisson-modell. Den multinomiske modell er formulert med sannsynligheter av

logit-typen, noe som innebærer at vi estimerer en ”nyttefunksjon” for hvert besøksformål. I implementeringen benyttes den estimerte modell til å beregne forventet antall besøk med ulike formål.

Vi har spesifisert én nyttefunksjon for hver reisehensikt, formulert med alternativspesifikke konstanter og variable som beskriver kjønn, alder, familietype, bostedstype, samt en logsum fra korresponderende transportmiddel- og destinasjonsmodell. I estimeringen er nyttefunksjonene vektet med antall besøk som er gjennomført for hver reisehensikt. Inntekt inngår ikke direkte i disse nyttefunksjonene, men kommer inn fra bilholdsmodellene via logsummene fra transportmiddel- og destinasjonsmodellene. Koblingen mellom den multinomiske modell (fordeling på besøk med ulike formål) og Hurdle-Poisson-modellen (forventet antall ærend totalt) skjer gjennom formulering av en samlet logsum fra førstnevnte modell. Denne logsummen inngår i fordelingsfunksjonen i Hurdle-Poisson modellen, *uten* parameter for antall besøk lik 0, og *med* en parameter for antall besøk større enn null. Hurdle-Poisson modellen gir dermed forventet antall besøk for alle reiseformål totalt, mens fordelingen av besøk på hver av de seks reiseformål skjer med logitmodellen. Modellen er formulert og estimert med en maximum likelihood i GAUSS.

Parameteren knyttet til logsummene fra transportmiddel- og destinasjonsmodellene har størst tallverdi for de yngste og eldste aldersgruppene. Siden logsummene i stor grad reflekterer transportressursene til segmentene (egne transportressurser så vel som generell tilgjengelighet til attraktive destinasjoner med ulike transportmåter), reflekterer dette at de midlere aldersgrupper har et mindre elastisk transportbehov enn de yngste og eldste. Tilgjengelighet har altså størst betydning for reisefrekvensene for de yngste og eldste aldersgruppene. Tabell 6.1 viser modellenes fordeling på ærend for de seks reisehensiktene som er definert. Totalt for hele landet treffer modellene mot datamaterialet med under 1 prosent avvik, mens det er noe større avvik når man går inn i de fem regionene. Dette har gjort det nødvendig å introdusere regionale dummyvariable. Generelt har vi imidlertid forsøkt å holde bruken av geografisk spesifikke dummy-variable på et minimum ved estimeringen, fordi vi ikke vet om vi da korrigerer for genuint atferdsmessige forskjeller, store statistiske utslag eller uheldige forhold ved intervjuer og frafall.

På nasjonalt nivå ser vi at fordelingen på reisehensikter (tabell 6.1) er svært ulik mellom aldersgruppene, og dette er også noe av bakgrunnen for at det var nødvendig å estimere separate modeller for hver gruppe.

Tabell 6.1. Fordeling på ærend av ulike reisehensikter etter modell/aldersgruppe. Virkedøgn, hele landet.

	13-24	25-34	35-54	55-66	67+	Totalt
Arbeid	12 %	26 %	31 %	28 %	3 %	24 %
Tjeneste	3 %	9 %	11 %	9 %	1 %	8 %
Handle/service	19 %	24 %	24 %	29 %	53 %	26 %
Besøk	15 %	10 %	7 %	11 %	14 %	10 %
Andre private	26 %	29 %	27 %	23 %	30 %	27 %
Skole	24 %	3 %	1 %	0 %	0 %	6 %

TØI-rapport 766/2005

En potensiell forklaringsvariabel som mangler i modellene er inntekt. Det er tre grunner til dette:

- Inntekt vil være sterkt korrelert med en del av de andre variable og samtidig har man et problem når det gjelder arbeids- og tjenestereiser. For de aller fleste er inntekt av eget arbeid den viktigste kilde til inntekt. For å få denne inntekt må man normalt være yrkesaktiv og ha arbeidsreiser og til dels tjenestereiser. Strengt tatt vil det da være arbeidsreiser og tjenestereiser som gjør at man får inntekt og ikke omvendt.
- Inntekt kommer indirekte inn via logsummer fra mode/destinasjon. Dette skjer ved at inntekt påvirker fordelingen mellom segmenter med ulik biltilgang og ulike segmenter for biltilgang har forskjellig nivå på logsummene. Antagelig er dette den mest realistiske måte å ivareta inntektens rolle når det gjelder reisehyppighet for daglige reiser. Tross alt viser sammenligninger av RVU-er over tid at det skjer relativt lite med reisehyppigheten for daglige reiser, noe som indikerer at inntekt spiller en relativt underordnet rolle for det daglige antall besøk eller reiser.
- Selv om inntekten øker og utgifter til transport dermed betyr relativt sett mindre, så vil økt inntektsnivå også implisere at tiden relativt sett blir mer knapp og dette vil motvirke effekten via utgifter til transport som isolert sett kan bidra til mer reiseaktivitet.

I følgende tabell er resultatene fra de fem frekvensmodellene sammenstilt når det gjelder noen nøkkeltall og parametere.

Tabell 6.2. Noen nøkkeltall for modellene

Modell:	13-24 år	25-34 år	35-54 år	55-66 år	67 år +
Antall observasjoner	2089	2282	4827	1916	1898
Mean loglikelihood	-4.30709	-4.49630	-4.28430	-3.72567	-2.11933
Logsumparameter (θ)	0.8646	1.1116	1.0603	1.1963	0.9564
"t-verdi" for θ	-3.847 ¹⁾	2.589 ¹⁾	2.101 ¹⁾	2.704 ¹⁾	-.228 ¹⁾
Logsum_wbsv	0.0340	0.0300	0.0326	0.0403	0.1052
"t-verdi"	2.387	3.008	4.706	3.414	5.232
Logsum_o	0.0880	0.0586	0.0790	0.1114	0.1631
"t-verdi"	4.110	2.906	5.897	4.358	5.370

1) "t-verdi" beregnet i forhold til $\theta=1$.

TØI-rapport 766/2005

Mean loglikelihood kan på sett og vis betraktes som et føyningsmål for modellene. Vi kan si at forskjellene her grovt sett tyder på at det er for aldersgruppen 25-34 det er vanskeligst å "treffe" på individnivå og at "treffsikkerheten" for modellen deretter øker med alderen. En annen måte å si dette på er at aldersgruppen 25-34 er minst homogen når det gjelder reisehyppighet og formålsfordeling.

For θ er det ikke noen klar tendens mellom modellene, bortsett fra at modellen for den eldste gruppen like gjerne kan baseres på en ren Poisson-modell når det gjelder antall besøk. De to parameterne for logsummer fra mode/destinasjon sier noe om hva kvaliteten på reisemulighetene betyr for antall besøk og for fordelingen mellom formål. Her ser det ut til at det er en viss systematikk med alder i den forstand at størrelsen på disse parametere er minst for aldersgruppen 25-34 år og

deretter øker parameterverdiene med alderen. En tolkning av dette kunne være at kvaliteten på transportmulighetene tillegges større vekt med alderen. Tolkningen er imidlertid ikke helt uproblematisk fordi effekten av endringer i en logsum fra transportmiddel- og destinasjonsmodellene også vil påvirkes av størrelsen på logsumparameteren (θ).

Et forhold man skal være oppmerksom på når det gjelder estimeringen, og for så vidt også anvendelsen av modellene, er at logsummene fra transportmiddel- og destinasjonsmodellene varierer i to dimensjoner:

1. En geografisk dimensjon som reflekterer at ulike bostedssoner gir ulik kvalitet på transporttilbud og besøksmuligheter.
2. En segmentdimensjon som reflekterer at ulike befolkningssegmenter har varierende kvalitet på transportmulighetene. Spesielt gjelder dette biltilgang.

Når vi får estimert parametere som er signifikant forskjellig fra null, skyldes det trolig i stor grad de variasjoner vi har i segmentdimensjonen. Disse er relativt store. Det finnes også en stor spennvidde i den geografiske dimensjon hvis vi for et enkelt segment sammenligner en utkantsone, f.eks. i Finmark, med en sone i Oslo-området. Det vil normalt sikkert være slik at endringer i transporttilbud som følge av f.eks. vegutbygging eller endringer i kollektivtilbud gir forholdsvis små utslag i logsummer fra transportmiddel- og destinasjonsmodellene. Dette, i kombinasjon med lav verdi på de parametere for logsummer som er estimert i turgenereringsmodellene, gjør at slike tiltak vil gi liten effekt på totalt antall turer.

7 Prosedyre for beregning av ”mellomliggende” turer

Modellene for valg av transportmiddel og destinasjon er estimert på data som reflekterer rene tur/retur reiser til én hoveddestinasjon. Mer komplekse rundturer med flere destinasjoner er enten forenklet (hvis turen likner på en ren tur/retur reise) eller forkastet fra datamaterialet. Dette er gjort med tanke på å få spesifisert mest mulig korrekte LoS-data for reisene til estimeringen av modellene for transportmiddel og destinasjon. I materialet som er brukt til å estimere frekvensmodellene er imidlertid alle besøk tatt med, også besøk som er gjennomført ved komplekse rundturer med flere destinasjoner. En respondent kan i tillegg ha gjennomført flere rundturer registreringsdagen. I datagrunnlaget for estimering av transportmiddel og destinasjon, hvor enheten er rundturer, vil dette gi opphav til flere observasjoner fra slike respondenter, mens alle besøk i materialet for frekvensmodellene er summert over virkedagen.

Hvis resultatene fra modellene for transportmiddel og destinasjon og frekvensmodellene hadde blitt benyttet direkte, ville modellsystemet produsert for mange delreiser. Dette fordi en slik fremgangsmåte vil være ekvivalent med å anta at hvert ærend gir opphav til én tur/retur reise. På den andre siden vil et datamateriale for frekvensmodellene bare basert på de rene rundturer gi for få turer totalt, i og med at turer med to og flere destinasjoner enten er forenklet til turer med én hoveddestinasjon, eller forkastet helt fra datamaterialet. På denne bakgrunn er det utarbeidet en metode som i prinsippet skal gi et tilnærmet korrekt antall delreiser, basert på følgende tre elementer:

- Modeller for transportmiddel og destinasjonsvalg, som er estimert på data som reflekterer rene tur/retur reiser for de definerte reisehensikter
- Frekvensmodell som gir antall besøk for de definerte reisehensikter
- Matriser med ”overgangssannsynligheter” som gir sannsynligheten for at en reise med hensikt ”i” etterfølges av en hjemreise eller fortsetter til en annen destinasjon med formål ”j” og deretter hjemreise.

Matrisene med overgangssannsynligheter kan beregnes med utgangspunkt i RVU-data. For alle delreiser som ikke er hjemreiser registreres reisehensikten og hensikten for neste reise. Alle slike par telles opp og legges i en tabell, slik at sannsynlighetene kan beregnes. I vårt tilfelle får tabellen 6 rader og 7 kolonner fordi vi har 6 reisehensikter pluss hjemreiser (og dermed 42 mulige kombinasjoner av reisehensikter for reiser og påfølgende reiser inkl hjemreiser).

Metoden er lettest å illustrere gjennom et enkelt eksempel. Vi kan tenke oss en situasjon hvor bosatte i en sone, S1, har tre mulige reisemål S1, S2 og S3 og kan gjennomføre to typer besøk; A og B. Vi antar at frekvensmodellen gir 100 besøk av type A og 50 besøk av formål B, og at destinasjonsvalgsmodellen gir $PA(S1,S2,S3) = (0.1, 0.5, 0.4)$ og $PB(S1,S2,S3) = (0.2, 0.2, 0.6)$.

Hvis alle reiser gjennomføres som rene tur/retur reiser finnes antall utreiser og returer ved å multiplisere antall besøk for hvert formål med vektoren av destinasjonssannsynligheter for formålet og summere resultatene fra de to formålene (tabell 7.1). Dette er ekvivalent med å kombinere resultatene fra frekvensmodellene og transportmiddel- og destinasjonsmodellene direkte. Sett at vi vet at 30 av besøkene med formål A etterfølges av et besøk med formål B. Dette betyr at bare 70 av besøkene med formål A er rene tur/retur reiser og at bare 20 av besøkene med formål B er bostedsbaserte.

Tabell 7.1. Vi antar at alle ærend gjennomføres som rene tur/retur reiser

Fra/til	S1	S2	S3	Sum
S1	40	60	70	170
S2	60	0	0	60
S3	70	0	0	70
Sum	170	60	70	300

TØI-rapport 766/2005

Hvis vi later som om alle reisene bare har ett formål, slik vi har gjort det i prepareringen av dataene for transportmiddel og destinasjonsmodellene, forsvinner 30 av besøkene med formål B (tabell 7.2 under). Dette betyr at 60 delreiser blir borte (tur/retur). Dette er ekvivalent med å benytte materialet fra MD-modellene til å etablere datamaterialet for frekvensmodellene, og ikke et materiale som reflekterer alle besøk som er gjennomført. Den tilgjengelige informasjonen kan imidlertid benyttes til å gi et mer korrekt bilde av reisemønsteret.

Tabell 7.2. Situasjonen dersom det antas at alle reisene bare har ett formål

Fra/til	S1	S2	S3	Sum
S1	28	54	52	134
S2	54	0	0	54
S3	52	0	0	52
Sum	134	54	52	240

TØI-rapport 766/2005

Vi vet at 70 av besøkene med formål A og 20 av turene med formål B er rene tur/retur reiser. Dette gir opphav til 180 delreiser tur/retur (tabell 7.3).

Tabell 7.3. Rene tur/retur reiser

Fra/til	S1	S2	S3	Sum
S1	22	39	40	101
S2	39	0	0	39
S3	40	0	0	40
Sum	101	39	40	180

TØI-rapport 766/2005

Det er 30 mellomliggende reiser og matrisen $[PA(S1,S2,S3)' * PB(S1,S2,S3)]$ kan benyttes som et rimelig anslag på fordelingen på start og målpunkter for disse reisene (tabell 7.4).

Tabell 7.4. Mellomliggende reiser

Fra/til	S1	S2	S3	Sum
S1	0.6	0.6	1.8	3.0
S2	3.0	3.0	9.0	15.0
S3	2.4	2.4	7.2	12.0
Sum	6.0	6.0	18.0	30.0

TØI-rapport 766/2005

Utreiser og returer for de mellomliggende reisene finnes ved å snu marginalene fra den mellomliggende matrisen som utreiser og returer fra/til sone S1 (tabell 7.5).

Tabell 7.5. Utreise/hjemreise for mellomliggende reiser

Fra/til	S1	S2	S3	Sum
S1	9	15	12	36
S2	6	0	0	6
S3	18	0	0	18
Sum	33	15	12	60

TØI-rapport 766/2005

Totalt antall turer finnes til slutt ved å summere de tre matrisene over, og resultatet blir en matrise som er symmetrisk på marginalene, men ikke element for element (tabell 7.6).

Tabell 7.6. Totalt antall turer

Fra/til	S1	S2	S3	Sum
S1	31.6	54.6	53.8	140.0
S2	48.0	3.0	9.0	60.0
S3	60.4	2.4	7.2	70.0
Sum	140.0	60.0	70.0	270.0

TØI-rapport 766/2005

Dette eksemplet illustrerer tankegangen ved det konsept som er utviklet og implementert i modellsystemet. Kompleksiteten øker når man skal ta hensyn til flere mulige soner, flere besøksformål og reisehensikter, flere transportmåter, og en stor mengde befolkningssegmenter. Fordelen ved metoden er at den tar svært liten regnetid i forhold til andre tilnæringsmetoder for å få beregnet mellomliggende reiser (for eksempel mer eksplisitt modellering av sekundære destinasjoner i rundturene). Ulempene er i første rekke at fordelingen av mellomliggende reiser blir avhengig av sannsynlige destinasjoner med bostedet som utgangspunkt, og ikke ut fra det sted som er sannsynlig startpunkt for disse reisene, og at transportkvaliteten ikke påvirker omfanget og fordelingen av de mellomliggende reisene direkte, men kun via utreise/retur for reiser uten mellomliggende reiser. Det er i tillegg to andre forenkling forutsetninger som er viktige i denne prosedyren:

1. Alle rundturer til/fra eget hjem forutsettes å ha én eller to destinasjoner. Denne forenklingen er neppe så alvorlig og tester i forhold til RVU-data tyder på at totalt antall delturer blir liggende meget nær det som er rapportert.

2. Samme reisemåte er forutsatt benyttet for alle delturer i en rundtur. Vi får altså ikke tatt hensyn til at noen reiser foregår med bil eller kollektivtrafikk til et sentrumsområde og at man der foretar 2 eller flere besøk til fots før man tar kollektivtrafikk eller bil tilbake til bosted. Dette kan innebære at modellen gir for få gangturer i et sentrumsområde, men gitt at vi bare opererer med én mellomliggende destinasjon, vil vi neppe få tilsvarende for mye biltrafikk i sentrumsområdet.

8 Implementering av modellene/-resultater

8.1 Programmering/implementering

De enkelte delmodeller som er omtalt ovenfor er programmert i C++. Modellen som fordeler befolkningen på segmenter når det gjelder husholdningstype, aldersgrupper, kjønn og biltilgang (Regbil) er et selvstendig program (regbil.exe). Dette program produserer en utfil som benyttes av hovedprogrammet (tramod.exe) som integrerer de øvrige delmodeller (Tramod). Grunnen til at Regbil ikke er integrert, er at man relativt sjelden trenger å oppdatere denne input til hovedprogrammet. Kjøringer av Regbil er primært nødvendig i forbindelse med prognoser hvor inntekt og befolkning mm vil endres fra et prognoseår til et annet eller når man for et gitt år vil se på konsekvenser av å endre befolkningens fordeling mellom soner i modellområdet. Den segmentering som Regbil gir er dels diktert av BHFK-modellen og dels av den segmentering som benyttes i de øvrige modeller. Segmenteringen i Regbil (2 kjønn x 12 aldersgrupper x 5 husholdningsgrupper x 5 biltilgangsgrupper = 600 segmenter) fanger til sammen også opp all den segmentering som benyttes i de øvrige delmodeller selv om disse hver for seg har et vesentlig mindre antall segmenter.

Siden all segmentering enten direkte eller indirekte influerer på variable som inngår i TF-modeller er det egentlig disse modeller som dikterer det totale antall segmenter som Regbil må produsere.

I programmeringen av Tramod er det lagt vekt på å få kort eksekveringstid siden modellen skal kjøres på modellområder som kan ha over 6000 soner. Det anbefales at modellen kjøres på maskiner med minimum 2 GB internminne. Generelt om programmeringen kan vi si:

- C++ med klasser og polymorfi => mye er generelt og ikke modellspecifikt. Letter vedlikehold og tilpasninger, men programmet er relativt komplekst og vedlikehold er ikke trivielt.
- Statisk memory-allokering og faste datastrukturer.
- Utstrakt bruk av preprosessering. Ledd som er felles for mange nyttefunksjoner regnes ut først.
- Alle konstanter ligger i definisjonsfiler og identifiseres ved navn (og ikke plassering).
- Konfigurerbarhet: Alle inputfiler kan styres ved navn, outputfiler har faste navn.
- Foreløpig er ingen spesielle "trick" for raskere eksekvering benyttet (f eks tabelloppslag i stedet for direkte utregning av transcendentale funksjoner).

Av hensyn til rask eksekveringstid er det lagt inn et minimum av kontrollrutiner i selve programmet. Det er derfor forutsatt at bruker har gjort den nødvendige

kvalitetssikring av inputdata og organisert inputfiler slik det er forutsatt. Det siste forutsetter bl a at det er full konsistens mellom soner som forekommer med LoS-data og de soner som forekommer i andre inputfiler.

Første programversjon var ferdig ved årsskiftet 2004/2005. Etter dette er det gjort en del endringer og en del feil er blitt oppdaget og rettet. Programmet slik det nå foreligger (august 2005) er uten kjente feil, men kan ikke garanteres helt feilfritt og må fremdeles betraktes som en β -versjon.

Slik det nå ser ut er det først og fremst tiden for uttak av LoS-data og senere utlegging av trafikk som er avgjørende for tiden en fullstendig modellkjøring tar. Når det gjelder de beregninger som gjøres med Tramod har vi f eks registrert følgende eksekveringstider på en PC med 3 GHz klokkefrekvens og 2 GB internminne:

Region Midt, med 2263 regionsoner og 320 randsoner : 13 min

Alternativ region med 4724 regionsoner og 1131 randsoner : 5 timer 36 min

Hovedforskjellen i eksekveringstid skyldes ikke primært antall soner, men at hver sone i den større regionen, bestående av deler av region øst og sør, i gjennomsnitt har vesentlig flere soner innenfor en avstand på 100 km enn det som er tilfellet for region Midt.

Programmet bærer litt preg av at en full kravspesifikasjon ikke kunne lages før alle modeller var estimert, mens det var nødvendig å starte programmeringen på et tidligere tidspunkt. Det er enkelte forhold som gjør at programmet ikke er så ”robust” som ønskelig. Blant annet benyttes nå informasjon som ligger i selve sone-nummeret (f eks for å bestemme om en dummy-variabel skal være 0 eller 1). Bruk av et identifikasjonsnummer som informasjonsbærer er generelt uheldig. Dette og en del andre forhold bør rettes i en senere versjon av programmet. Det vil også være aktuelt å legge inn flere opsjoner og muligheter når det gjelder utskrift av resultater mm. Mer ”skreddersøm” avhenger av tilbakemeldinger fra brukere.

8.2 Valg som er gjort i forbindelse med implementeringen

Det kanskje viktigste valg som er gjort i forbindelse med implementeringen er at modellen er tilpasset for å gi trafikken en ”normal” virkedag. Reiseformål som arbeidsreiser og tjenestereiser er vesentlig lavere i helgene (og ferietider) enn på normale virkedøgn. Samtidig er det en tendens til at reiselengden for andre reiseformål øker noe i helgene. I og med at vi har en turgenerering som ekskluderer perioder med stort innslag av ferie, må vi også regne med at modellen for mange tellepunkter, spesielt i byer og bynære områder, vil gi noe mer trafikk en gjennomsnittet for *alle* virkdager. For andre tellepunkter kan imidlertid det motsatte være tilfellet.

Sykkel som reisemåte har vi behandlet som om det dreier seg om sommerhalvåret. En vil da få noe mer sykkeltrafikk enn som gjennomsnitt for året.

Estimeringsresultatene for BHFK- og MD-modellene gir i og for seg nok informasjon til også å implementere en tilsvarende modell for lørdager og søndager hvis vi gjør en re-estimering av TF-modellene med dette for øyet. Innpassing av særlig sommerferie er et større problem fordi respondentene i RVU da i stor grad

har oppholdt seg annet sted enn i eget hjem. Langdistansemodellen skal imidlertid fange opp de *lange* ferie- og fritidsreiser.

Når det gjelder rundturer med 2 destinasjoner har vi for å redusere eksekveringstiden og volumet på resultatutskrivning begrenset oss til reisemåtene bilfører og kollektivtrafikk. Det er bilturer og kollektivreiser som vanligvis er av størst interesse, da disse legges ut på kodet nettverk/transporttilbud og kan kontrolleres mot faktisk nettbelastning. Disse reisemåter er her også slått sammen for alle reiseformål. Uten disse grep ville det blitt en mangedobling av volum på output og en ikke uvesentlig økning i eksekveringstid.

Foreløpig er det et minimum av kalibreringsmuligheter i selve programmet. Etter den første testing fant vi grunn til å legge inn en viss justering for lengden på interreiser (dvs innen sonen) når det gjelder bilførerturer. I programmet ligger nå en test av følgende type:

Hvis interndistanse $< X$ settes interndistanse = interndistanse + Y. X og Y er størrelser som settes i en parameterfil. Hvis $X = 0$ gjøres det ingen korreksjon i programmet. Senere uttesting vil trolig gi grunnlag for å vurdere om det er grunnlag for å legge inn flere tester og justeringsmuligheter av denne type.

Programmet har også visse muligheter for kalibrering av avstandsfordeling

8.3 Validering/kontroll av modellresultater

I første omgang ble modellen kjørt for regionene Nord, Midt og Vest med LoS-dataene som ble produsert med de transportnett som ble anvendt for uttak av LoS-data til estimeringen.

LoS-dataene som er benyttet i disse første kjøringene hadde imidlertid en del feil og mangler som vi spesielt regner med kan gi seg utslag for kollektivtrafikk. Siden feil for kollektivtrafikk bare i mindre grad vil slå ut for biltrafikk ble forsøk på validering i første omgang primært gjort mot biltrafikk. På grunn av problemene med vegvalg og varierende forholdstall mellom ÅDT og den type virkedøgnstrafikk som modellen gir, er det foreløpig vanskelig å foreta en skikkelig validering mot vegtrafikktegninger.

Det ble gjort en kontroll mot oppblåste RVU-tall for regionene Nord, Midt og Vest. Det ser ut som modellen treffer nivået på bilførerturer for Nord og Vest meget bra. For region Midt er nivået av en eller annen grunn for lavt (ca 15 %) i forhold til RVU, men i forhold til de andre regioner ser nivået rimelig ut hensyn tatt til folketal. Det er derfor mulig at avviket her primært skyldes problemer med RVU-data. Når gjennomsnittlig turlengde for bilførerturer i modellen sammenlignes med påkodede distanser i RVU-data (dvs ikke de selvrapporterte distanser) ligger region Vest meget nært RVU-distansen, mens de to andre regioner har noe lavere gjennomsnittsdistanser (5-10 %). Kontrollen som er gjort kan tyde på at kodingen av sonetilknytninger (og dermed soneinterne distanser) i mange tilfeller kan være relativt kritisk for resultatet. Region Vest ser gjennomgående ut til å ha mest realistisk koding av tilknytningslenkene.

9 Litteratur

- Ben-Akiva, M. and Lerman, S. R. (1985). Discrete choice analysis: Theory and application to travel demand. *The MIT Press, Cambridge, Massachusetts*.
- Hamre, T. N. (2002). *NTM 5. Den nasjonale persontransportmodellen, versjon 5*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 555/2002.
- Hamre, T. N., Rekdal, J. og Larsen, O. I. (2002). *Utvikling av den nasjonale persontransportmodellen i fase 5. Del B: Estimering av modeller*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 606/2002.
- Hjorthol, R og Denstali, J. M. (2002). *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2001 – nøkkelrapport*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 588/2002.
- Rekdal J. og T.N. Hamre (2000). *Noen problemstillinger knyttet til estimering av transportmodeller*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI notat 1161/2000.
- Larsen, O. I. (2004). *Estimering av turgenereringsmodeller*. Molde, Møreforskning Molde. Arbeidsdokument.
- Larsen O. I. (2004). *A simple method for handling tours with multiple destinations in large scale models*. Molde, Møreforskning Molde. Paper presentert på TRISTAN V.
- Larsen, O. I. og Rekdal, J (2004). *Treating seasonal tickets for public transport correctly in estimation and application of mode/destination choice models*. Molde, Møreforskning Molde. Paper presentert på Tralog 2004.
- Larsen, O. I (2004). *Skolereiser*. Molde, Møreforskning Molde. Arbeidsdokument.
- Larsen, O. I. (2003). *Estimating independent and simultaneous trip frequency models for all travel purposes with combined Logit/Poisson*. Molde, Møreforskning Molde. Working paper 2003:7.
- Larsen, O. I. (2003). *Estimering av modeller for valg av destinasjon og reisemåte for bostedsbaserte arbeidsreiser*. Molde, Møreforskning Molde. Arbeidsnotat 2003:9.
- Larsen, O. I. (2002). *Turkjeder og frekvensmodeller illustrert med RVU-data fra Hordaland*. Molde, Møreforskning Molde. Arbeidsnotat M 0213.
- Larsen, O. I. (2002). *Implementering av en ny langdistansemodell – segmentering i forhold til førerkortinnhav og biltilgang*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument PT/1555/02.
- Madslie, A (2005). *Estimering av modeller for valg av transportmiddel og destinasjon for bostedsbaserte besøksreiser*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1705/2005.

- Madslie, A (2005). *Estimering av modeller for valg av transportmiddel og destinasjon for bostedsbaserte handle- og servicereiser*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1706/2005.
- NTP Transportanalyser (2004). *Antall soner ved ulike modellinndelinger for Region Øst og Region Sør*. Oslo, Statens vegvesen/NTP Transportanalyser. Arbeidsnotat av 04.04.2004.
- PROSAM (2003). *Reisevaner i Oslo og Akershus. Oppsummering av PROSAMs reisevaneundersøkelse 2001/2002*. Oslo, PROSAM. Rapport nr 100.
- Rekdal, J og Hamre, T (2004). *Segmenteringsmodeller for bilhold og førerkortinnehav, Grunnkretsbaserte modeller til bruk i regionale transportmodeller*. Molde, Møreforskning Molde. Rapport 0410.
- Rekdal, J. og Madslie, A. (2004). *Utvikling av regionale (kortdistanse) transportmodeller i Norge*. Molde, Møreforskning Molde og Oslo, Transportøkonomisk institutt. Paper presentert på Trafikdage i Aalborg, 2004.
- Rekdal, J (2003). *Estimering av modeller for valg av destinasjon og reisemåte for bostedsbaserte arbeidsreiser*. Molde, Møreforskning Molde. Arbeidsnotat 2004:8.
- Rekdal, J, Larsen, O. I., Hamre, T. N. (2002). *Utvikling av 1. generasjons kortdistanse landsdelsmodeller for persontransport i Norge*. Arbeidsopplegg. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument PT/1580/2002.
- Rekdal, J (2002). *Manuell og maskinell bearbeiding av RVU2001 til estimering av modeller for transportmiddelvalg og destinasjon. Etablering av datafil for estimering av frekvensmodeller*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument PT/1630/2002.
- Rekdal, J og Hamre, T (2004). *Preparering av PROSAMs RVU (OARVU01/02) til estimering av modeller for transportmiddel og destinasjonsvalg*. Molde, Møreforskning Molde. Arbeidsnotat 2004:9.

**Sist utgitte TØI publikasjoner under program:
Nettverksmodeller for person- og godstransport**

Behov for grunnlagsdata for videreutvikling av godsmodellsystemet i Norge	731/2004
Evaluering og verifisering av NEMO	625/2003
Flyfrakt i NEMO	624/2003
Utvikling av den nasjonale persontransportmodellen i fase 5. Del B: Estimering av modeller	606/2002
Basisprognoser for godstransport 2002-2022	583/2002
Grunnprognoser for utvikling i innenlands persontransport i Norge 2001-2020	582/2002
NEMO Nettverksmodell for godstransport innen Norge og mellom Norge og utlandet. Versjon 2	581/2002
PINGO Prognosemodell for regional- og interregional godstransport. Versjon 1	578/2002
NTM 5 - Den nasjonale persontransportmodellen - Versjon 5	555/2002
Tilrettelegging av data for estimering av nye langdistansemodeller i Den nasjonale persontransportmodellen.(NTM fase 5)	523/2001
Automatisert tilrettelegging av kollektivtilbudet i nettverksmodeller - Utvikling av applikasjonen KOLLNETT.	518/2001
Modellverktøy for transporter i norsk utenrikshandel	480/2000
Evaluering av trafikktegninger for NSB Kortdistanse	1172/2000
GISNETT - fra ELVEG-data til nettverksmodeller med kobling mot GIS.	1170/2000
Grunnprognoser for utvikling i innenlands persontransport 2002-2020.	1169/2000
Noen problemstillinger knyttet til estimering av transportmodeller	1161/2000

Transportøkonomisk institutt

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

- utfører forskning til nytte for samfunn og næringsliv
- har rundt 70 forskere med høy, flerfaglig samferdselskompetanse
- samarbeider med en rekke samfunnsinstitusjoner, forsknings- og undervisningssteder i Norge og i utlandet
- gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag av høy kvalitet innen områder som trafiksikkerhet, kollektivtransport, miljø, reisevaner, reiseliv, planlegging, beslutningsprosesser, transportøkonomi og næringslivets transporter
- driver aktiv forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, internett, tidsskriftet Samferdsel og andre nasjonale og internasjonale tidsskrifter

Transportøkonomisk institutt

Stiftelsen Norsk senter
for samferdselsforskning
P.b. 6110 Etterstad
0602 Oslo

Telefon 22 57 38 00

www.toi.no